LES

BACTÉRIES

AUTRES PUBLICATIONS

DU MÊME AUTEUR

1873. MISCELLANÉES MYCOLOGIQUES : I. Les Entophytes du Jardin botanique de Lyon. — II. *Coleosporium Cacaliæ.* — III. Variétés du *Phragmidium bulbosum.* (Ext. des *Ann. Soc. bot. de Lyon*).

— Excursion botanique à Hauteville (Ain). (*Ibid.*).

— Observations sur les Urédinées. (*Association française pour l'avancement des sciences*, session de Lyon).

1874. Sur l'envahissement du *Puccinia malvacearum* dans le Jura et les environs de Lyon. (Extr. des *Ann. Soc. bot. de Lyon*).

— Sur une nouvelle localité du *Carex brevicollis* dans le Bugey, à Tenay (*Id.*).

— Diabète sucré avec tumeur cérébrale (cholestéatome du Pont de Varole) (*Lyon médical*).

1875. Revue de botanique pharmaceutique dans le journal *La Pharmacie de Lyon.*

— Artériectasie ancienne (*Lyon médical*).

— Aperçu de la végétation des environs de Gap. (Extr. des *Ann. Soc. bot. Lyon*, reproduit dans *Bull. Soc. bot. France*, session de Gap).

— Compte-rendu de l'excursion au Col-de-Glaise. (In-8°, 12 p., Extr. du *Bull. Soc. bot. France*, Session de Gap).

— Origine glaciaire de la végétation des marais des Echets et du Lyonnais, in-8°, 12 p. (*ibid.*).

1876. Compte-rendu de la session d'Angers. (Extr. des *Ann. Soc. bot. Lyon*).

— Sur les conditions qui favorisent le développement du *Porphyridium cruentum* (*Id*).

— Mousses et Lichens du bassin de l'Ubaye. (Extr. du *Bull. Soc. bot. France*).

— Recherches géologiques, botaniques et statistiques sur l'impaludisme dans la Dombes et le miasme paludéen ; in-8°, 120 p., 1 pl. et 8 tableaux. (Th. couronnée par la Fac. de medecine de Paris, *médaille d'argent*).

— Nouvelle espèce d'*Orbicula.* — Sur le *Sphærotheca Castagnei* des Cucurbitacées. (*Bull. Soc. bot. France*, Session mycologique).

1877. Resumé des principaux travaux publiés sur les *Plantes carnivores ;* in-8°, 19 p. (Extr. *Bull. Soc. d'études scientifiques*).

— Etude sur les Lichens des vallées de l'Ubaye et de l'Ubayette (Basses-Alpes) ; in-8°, 16 p. (Extr. des *Ann. Soc. bot. Lyon*).

— Végétation du rebord méridionale de la Dombes, in-8°, 7 p. (*Id.*)

1878. Les Lichens utiles.

— Notes sur l'habitat anormal d'un Coprin, sur la tératologie des Saules, etc. (*Bull. Soc. bot. Lyon*).

SOUS PRESSE.

Géographie botanique du Lyonnais.

Flore des Lichens des environs de Lyon.

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

LES

BACTÉRIES

THÈSE

PRÉSENTÉE AU CONCOURS POUR L'AGRÉGATION

(Section des Sciences naturelles)

et soutenue à la Faculté de médecine de Paris

Par le Dr Ant. MAGNIN

Licencié ès sciences naturelles,
Chef des travaux pratiques d'histoire naturelle
à la Faculté de médecine de Lyon,
Lauréat de la Faculté de médecine de Paris (médaille d'argent, 1876)
Secrétaire-général de la Société botanique de Lyon,
Membre de la Société botanique de France, etc.



PARIS

F. SAVY, LIBRAIRE-ÉDITEUR

77, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 77

1878

DES BACTERIES

Corruptio unius est generatio alterius.
LUCRECE : *De nat. rer.*

INTRODUCTION

De toutes les études qui ont pour objet les organismes inférieurs, celles qui se rapportent aux Bactéries offrent sans contredit un intérêt tout particulier, en ce qu'elles touchent aux problèmes les plus divers, mais, il est vrai, les plus difficiles et les moins connus de la biologie ; l'histoire de ces *infiniment petits* est, en effet, liée à celle des générations spontanées, à celle des fermentations, à la pathogénie et à la thérapeutique d'un grand nombre d'affections virulentes et contagieuses, et, d'une façon plus générale, à toutes les inconnues qui, malgré les efforts de la science moderne, entourent encore les origines de la vie et sa conservation.

Si la part qui revient à la biologie des organismes inférieurs dans l'*origine* des êtres vivants est encore obscure, leur rôle, dans la *conservation* de la vie, est mieux connu ; on sait que la matière organique, une fois produite et devenue solide, pour ainsi dire, ne peut rentrer dans

le courant général que si elle subit de nouvelles transformations, métamorphoses provoquées (pour quelques savants), favorisées (pour d'autres), mais sans conteste accompagnées par le développement des Bactériens (1); et, sans vouloir attribuer à ces organismes une finalité qui répugne à notre conception moniste de l'univers, on peut dire que c'est grâce à eux que la continuation de la vie est possible à la surface du globe.

Mais, si ces études sont pleines d'intérêt, leur champ est si vaste que nous ne pouvons nous flatter de l'avoir parcouru, avec un soin égal, dans son entier; le peu de temps qui nous a été accordé pour la rédaction de cette thèse sera notre excuse des imperfections inévitables qu'on pourra relever dans notre travail.

(1) Des Bactéries : tel est le sujet qui nous a été imposé; mais il est certainement inutile de donner les raisons qui nous ont fait étudier non-seulement les Bactéries proprement dites, en prenant ce mot dans son sens le plus restreint, mais tous les organismes qui sont compris actuellement sous les dénominations de Bactériens, Vibrioniens, Schizomycètes, Schizophytes, etc.

TABLE DES MATIÈRES

HISTORIQUE

Les Bactéries sont les organismes les plus inférieurs, situés sur la limite des deux règnes, animal et végétal, et ainsi définis par les botanistes qui se sont le plus récemment occupés d'eux :

« Cellules dépourvues de chlorophylle, de forme globulaire, oblongue ou cylindrique, parfois sinueuse et tordue, se reproduisant exclusivement par division transversale, vivant isolées ou en familles cellulaires, et dont les affinités les rapprochent des Algues, et en particulier des Oscillariées. »

Mais, avant d'arriver à ce degré relatif de précision, l'histoire des Bactéries a passé par les vicissitudes les plus diverses : tantôt considérées comme des animaux, tantôt prises pour des végétaux, transportées des Algues aux Champignons, on est même allé jusqu'à leur refuser la nature d'êtres vivants (Polotebnow) ; ce qui s'explique par l'exiguité de leurs dimensions et les difficultés dont leur observation est entourée.

Bien que l'historique en ait été fait dans plusieurs publications, nous croyons devoir le résumer ici à nouveau, en le complétant par l'indication des principaux travaux qui ont paru dans ces dernières années.

Le premier observateur qui aperçut des Bactéries est Leeuwenhoeck ; déjà, vers 1675, examinant par hasard, avec ses verres *grossissants*, une goutte d'eau croupie, le père de la micrographie y avait remarqué, avec un profond étonnement, un monde de petits globules qui se mouvaient avec agilité : l'année suivante, il reconnais-

sait la présence de Bactériens dans les matières intestinales et dans le tartre des dents, et, s'il ne les a pas dénommés, il est facile de s'assurer, par les descriptions qu'il a données de leurs formes et de leurs mouvements, par les figures qui accompagnent ces descriptions (1), que les organismes observés par lui sont bien des Bactéries, des Vibrions et peut-être même des *Leptothrix*.

En 1773, O. F. Mueller, cherche à classer ces organismes. Il en fait un groupe d'Infusoires, sous le nom d'*Infusoria crassiuscula* et y établit deux genres : les *g. Monas* et *Vibrio*; le premier, ainsi caractérisé : « *vermis inconspicuus, simplicissimus, pellucidus, punctiformis* », comprenait les espèces suivantes : *M. Termo*, *Atomus*, *Punctum*, *Ocellus*, *Lens*, *Mica*, *tranquilla*, *Lamellula*, *Pulvisculus*, *Uva*, qu'il est impossible de rapporter aux espèces admises actuellement; le g. *Vibrio*, « *vermis inconspicuus*, *simplicissimus*, *teres*, *elongatus*, » renfermait, sous 35 noms spécifiques, avec de véritables Bactériens, des êtres appartenant à d'autres classes de végétaux et d'animaux.

Dans la classification des Infusoires que Bory de Saint-Vincent donna à l'*Encyclopédie méthodique* (1824), d'abord, puis au *Dictionnaire classique d'histoire naturelle* (1830), les Bactériens sont distribués dans deux familles différentes des Microscopiques Gymnodés, les Monadaires et les Vibrionides. En outre des *Monas* proprement dits, dont le *Monas Termo* a été du reste conservé par la plupart des Bactériologues, les Monadaires renfermaient des Infusoires véritables qui n'ont aucun rapport avec les Monades. Il en était de même des

(1) Leeuwenhoeck. *Opera omnia*, Lugd.-Batav., 1722, II, p. 40, fig. A à G.

Vibrionides dont les genres *Vibrio* et *Melanella* comprenaient des êtres très-différents par leur organisation; en effet, à côté de véritables Vibrions, à côté des *Bacterium* et *Spirillum* (constituant le g. *Melanella*), Bory y avait placé des Vers nématodes, tels que l'Anguillule du vinaigre.

Avec Ehrenberg (1838) et Dujardin (1841), la famille des Vibrioniens s'établit sur des caractères plus homogènes et leurs espèces sur des distinctions véritablement scientifiques. Mais ces deux observateurs, suivis en cela par M. Davaine, repoussent complétement les affinités des Bactériens allongés (Bactéries, Vibrions, etc.) avec les Bactériens ponctiformes (*Monas*), et il faut venir jusqu'à MM. Hallier, Hoffmann, Cohn et la plupart des botanistes récents, pour voir ces deux formes rapprochées de nouveau. En effet, Ehrenberg définit ses Vibrioniens, qu'il range entre les Volvocinées et les Clostéries, « des animaux *filiformes*, distinctement ou vraisemblablement polygastriques, anentérés, nus, sans organes externes, à corps de Monadinés uniformes et réunis en chaînes ou séries *filiformes*, par l'effet d'une division incomplète. » Il y plaçait tous les corpuscules filiformes doués de mouvements propres, formés par des articles, et les divisait en quatre genres :

1° *Bacterium* : filaments linéaires et inflexibles; trois espèces;
2° *Vibrio* : filaments linéaires, serpentiformes, flexibles; neuf espèces;
3° *Spirillum* : filaments spiralés, inflexibles; trois espèc
4° *Spirochæta* : filaments spiralés, flexibles; une espèce.

Un cinquième genre, ne comprenant qu'une espèce, le *Spirodiscus fulvus*, à filaments hélicoïdes, inflexibles, disposés par couches contiguës, n'a pas été revu depuis

Ehrenberg. Ajoutons qu'Ehrenberg leur attribuait souvent une structure complexe, des estomacs plus ou moins nombreux, des trompes, des cils servant à la locomotion de l'animal, tous caractères que les observateurs plus récents n'ont pas réussi à retrouver. Cependant il nous faut faire une exception pour les cils dont l'existence a été constatée récemment chez plusieurs Bactériens par divers botanistes, entre autres par MM. Cohn et Eug. Warming.

Dujardin (1841), dans son *Histoire naturelle des Zoophytes*, conserva la famille des Vibrioniens d'Ehrenberg parmi les Infusoires, en les caractérisant ainsi : « Des animaux filiformes, extrêmement minces, sans organisation appréciable, sans organes locomoteurs visibles. » Il n'y fit que peu de modifications, dont la principale consista à réunir les *Spirochæta* aux *Spirillum*, Dujardin rejetant le caractère qu'Ehrenberg tirait de la roideur des Spirilles : par le fait, le *Spirochæta plicatitis* Ehrb. devint le *Spirillum plicatile* Duj.; mais, comme on le verra plus tard, cette réduction n'a pas été maintenue. Dujardin classait donc les Bactériens en :

1° *Bacterium* : filaments rigides à mouvement vacillant;
2° *Vibrio* : filaments flexibles, à mouvement ondulatoire;
3° *Spirillum* : filaments à hélice, à mouvement rotatoire.

Jusqu'alors, on avait considéré les Bactéries comme des animaux placés au bas de la série. Dorénavant, la tendance à les placer dans le règne végétal va s'accentuer de plus en plus. Déjà, dès 1853, M. Ch. Robin avait signalé la parenté des Bactéries et des Vibrions avec les *Leptothrix*; cette opinion, qui n'avait pas été d'abord favorablement accueillie par les auteurs adop-

tant presque tous les coupes génériques d'Ehrenberg et de Dujardin, est acceptée aujourd'hui par beaucoup de botanistes, surtout depuis les travaux de Cohn (voy. plus bas : *Classification*). Quoi qu'il en soit, c'est à M. Davaine (1859), qu'on doit d'avoir nettement indiqué que les Vibrioniens sont des végétaux, voisins des Algues et en particulier des Conferves (1). Ce même auteur, ayant observé des Bactéries immobiles, crut devoir prendre ce caractère en grande considération, et établir d'après lui une 4e coupe, le g. *Bacteridium*, qu'il ajouta aux trois autres admis par Dujardin ; mais dans cette création il fut moins heureux que pour son rapprochement des Vibrioniens des végétaux, car nous verrons plus bas que ce caractère de mobilité ou d'immobilité, n'est pas absolu et qu'il dépend de l'âge de la Bactérie ou de diverses conditions de milieux.

L'exposé complet le plus récent de la classification et des idées de M. Davaine se trouve dans le *Dictionnaire encyclop. des sciences médicales*, art. Bacteries (1868). On peut le résumer ainsi qu'il suit :

Filaments droits ou infléchis, mais non en hélice	Se mouvant spontanément	Rigides	Bacterium.
		Flexueux	Vibrio.
	Immobiles		Bacteridium.
Filaments tournés en hélice			Spirillum.

Le g. *Bacterium* comprend 6 espèces : les *B. Termo*, *Catenula*, *Punctum, triloculare* ou *articulatum*, déjà décrits par Ehrenberg et Dujardin, et les B. *putredinis* et *capitatum*, nouvelles espèces de M. Davaine, établies, la première, pour une Bactérie déterminant la pourriture

(1) Traité des Entozoaires. Paris, 1859, p. 63 ; Comptes-rend. Acad. sc., 1864, t. LIX. p. 630 ; — Dict. encycl., art. Bactérie, 1868, p. 14.

des plantes, la seconde, pour une espèce renflée à l'extrémité, observée dans des macérations et d'autres milieux.

Le g. *Vibrio* renferme 12 espèces : les V. *Lineola*, *tremulans*, *Rugula*, *prolifer*, *Serpens*, *Bacillus*, *synxanthus* et *syncyanus* des auteurs antérieurs et les *Vibrions lactique*, *butyrique* et *tartrique droit* découverts par M. Pasteur dans ces diverses fermentations.

Dans le g. *Bacteridium*, M. Davaine place 5 nouvelles espèces : les *Bactéridies charbonneuse*, *intestinale*, *du levain*, *glaireuse*, et *des infusions* : il y rapporte de plus le ferment qui d'après M. Pasteur, occasionne la maladie du *vin tourné*.

Enfin le g. *Spirillum* comprend les espèces *S. Undula*, *tenue*, *volutans* d'Ehrenberg, les *S. rufum* et *leucomoenum* de Perty, et le *S. plicatile* Duj.

A partir de ce moment, l'histoire des Bactéries entre dans une nouvelle phase : les travaux de M. Pasteur sur les organismes inférieurs et leur rôle dans la fermentation, les recherches de MM. Davaine et Hallier sur la Bactéridie charbonneuse et les *Micrococci* des maladies contagieuses, appellent l'attention des chimistes et des pathologistes sur ces organismes et en particulier sur les Bactéries ; leur origine, leur évolution, les particularités physiologiques de leur nutrition et de leur reproduction, font l'objet de nombreux travaux, et donnent lieu aux discussions passionnées qui se sont produites au sujet de la génération spontanée, du polymorphisme des champignons, des théories des fermentations et de la pathogénie des maladies infectieuses et virulentes. Aussi l'exposé de ces recherches souvent contradictoires est-il extrêmement difficile : nous le ferons succinctement,

insistant de préférence sur les travaux concernant la systématique des Bactériens, et nous réservant du reste de revenir sur l'historique de plusieurs points, lorsque nous aborderons leur étude dans les chapitres spéciaux de cette thèse.

Le premier mémoire important publié après celui de M. Davaine sur les Bactéries, est de M. Hoffmann, en 1869 (1); il y démontre que : 1° les Bactéries sont des plantes à organisation cellulaire très-distincte; 2° qu'on ne peut les classer que d'après leur forme et leur taille, d'abord en Monades et en Bactéries linéaires, et ces dernières en Microbactéries, Mésobactéries et Mégabactéries; (M. Hoffmann comprend dans les Bactéries linéaires les *Vibrio*, *Bacterium* et les *Leptothrix* qui sont des Bactéries réunies en chapelet); 3° que la mobilité ou l'immobilité n'est pas un caractère spécifique mais peut se présenter dans la même espèce, sous l'influence des changements de température, de densité des milieux, etc. M. Hoffmann étudie aussi l'origine des Bactéries et repousse l'hypothèse d'une génération spontanée; quant à leur rôle dans les phénomènes de décomposition des corps organiques et dans les fermentations, M. Hoffmann avoue « qu'à l'exception de la levûre et des ferments acétique et butyrique, tout le reste est encore enveloppé d'obscurités ».

M. Cohn est le naturaliste qui s'est de nos jours le plus occupé des Bactéries. En 1853, il publiait sur ce sujet ses premières recherches (2); le genre *Zooglœa*

(1) Mémoire sur les Bactéries, *in* Ann. des sc. natur., 1869, sér. 5, t. XI, pp. 1-70. — Botan. Zeit., 1869, n°s 15-20.

(2) Ueber die Entwicklungsgeschichte mikroskopicher Algen und Pilze, *in* Nova acta Acad. Car. Leop. nat. cur., XXIV, 1, 1853, p. 118 264.

qu'il établit à cette époque pour des Bactéries disposées en masses gélatineuses diffuses ou plus ou moins rassemblées, ne fut pas une création heureuse : adoptés d'abord par M. Rabenhorst qui, dans son ouvrage sur les Algues d'eau douce d'Europe (1), les place à la suite des Palmellacées, tandis qu'il classe les autres Bactériens, *Vibrio* et *Spirillum* dans la famille des Oscillariées, les *Zoogloea* sont plus tard définitivement abandonnés comme coupe générique par leur auteur et conservés seulement comme dénomination d'un des divers états transitoires par lesquels les Bactéries passent dans le cours de leur évolution (*Zooglœa*, *Leptothrix*, *Torula*).

Vingt ans plus tard, le même savant commence la publication, dans ses *Beitræge zur Biologie der Pflanzen*, d'une série de *Mémoires* sur ces organismes. Dans le premier, l'auteur fait l'exposé de ses recherches sur la systématique des Bactéries, (organisation, développement, classification), et sur leur action comme ferments.

M. Cohn les considère comme un groupe bien défini, les Schizosporées, qu'on doit placer dans les Algues, au commencement de la série des Phycochromacées, avec plusieurs familles desquelles les différents genres de Bactériens ont beaucoup d'affinités. Il reconnaît cependant que l'absence de la chlorophylle les rapproche, du moins au point de vue fonctionnel, des Champignons. Observons à ce sujet que ce dernier caractère l'emporte pour d'autres botanistes, tels que M. Nægeli, qui décrit les Bactériens comme des Champignons, sous le nom

(1) Flora europæa algarum... 1865.

de Schizomycètes. M. Cohn divise les Bactériens en 4 tribus, comprenant 6 genres :

1° Les *Sphærobacteria* ou B. globulaires;
2° Les *Microbacteria* ou B. en batonnets;
3° Les *Desmobacteria* ou B. filamenteux;
4° Les *Spirobacteria* ou B. spiralés.

Nous reviendrons du reste sur cette classification.

En 1874, M. Th. Billroth (1), dans ses recherches sur le *Coccobacteria septica*, expose des opinions tout à fait différentes de celles de M. Cohn. Pour M. Billroth, les Bactéries varient considérablement de formes, suivant les milieux et diverses circonstances, mais ne constituent qu'une seule espèce, la Coccobactérie septique. Cet organisme végétal peut se présenter sous la forme d'articles globuleux (*coccos*) ou sous celle de batonnet (*bactérie*); ces deux formes peuvent se reproduire identiques à elles-mêmes en s'allongeant et se sectionnant transversalement ou passer de l'une à l'autre. M. Billroth les a, en effet, trouvées réunies dans le même filament, ce qui ne lui laisse aucun doute sur leur parenté; chacune de ces deux formes peut de plus présenter des *variations de taille*, d'après lesquelles on a établi les divisions suivantes :

Micrococcos,	Microbactérie.
Mésococcos,	Mésobactérie.
Mégacoccos,	Mégabactérie.

(1) Untersuch. über die vegetationsformen von *Coccobacteria septica*, und die Antheil welchen die an der Entstehung und Verbreitung der accidentellen Wundkrankheiten haben... Berlin, 1874.

et des variétés d'*association* qui ont motivé les dénominations de :

Monococcos,	Monobactérie.
Diplococcos,	Diplobactérie.
Streptococcos,	Streptobactérie.
Gliacoccos,	Gliabactérie.
Pétalococcos,	Pétalobactérie.
Ascococcos.	

L'année suivante (1875), Cohn, dans la 2e partie de ses recherches sur les Bactéries (1), critique les opinions émises par M. Billroth dans le mémoire précédent. M. Cohn croit devoir regarder comme espèces et genres distincts toutes les Bactéries ayant une forme particulière et agissant différemment comme ferments, tant que la preuve de leur identité n'aura pas été donnée d'une manière évidente. Revenant aussi sur les affinités et la classification de ces organismes, il insiste de nouveau sur leur parenté étroite avec les Phycochromacées, et ne distinguant plus les Bactériacées comme une famille spéciale, il dissémine ses différents genres dans un groupe qu'il appelle Schizophytes et où il place la plupart des Chroococcées et des Oscillariées. Nous reviendrons du reste sur ce sujet à propos de la classification des Bactéries.

En 1876, parut dans le même recueil (*Beitræge*, de Cohn), deux mémoires importants : le premier, de M. Cohn, traite de l'influence de la température sur les Bactéries, de leur origine, de la formation des spores dans les *Bacillus* du foin et du Charbon (2); dans le second,

(1) Beitræge zur Biologie der Pflanzen, 1875, 2e Heft., p. 127.
(2) Beitræge.., 1876, 2e Bd., p. 249.

M. Koch expose le résultat de ses recherches sur la Bactéridie du Charbon ou *Bacillus anthracis*; M. Koch a pu, par des cultures habiles, en suivre le développement complet, assister à la formation des spores, dont la vitalité est très-grande, et qui sont les principaux agents de la transmission de cette terrible maladie (1).

J'aurais encore à signaler, en outre de ces ouvrages spéciaux, une quantité de notes, de mémoires disséminés dans les Revues et les publications périodiques; on en trouvera la liste, dans la Bibliographie, à la fin de ce travail. Cependant je crois devoir citer encore le récent ouvrage de M. Nægeli, sur les *Champignons inférieurs et leur rôle dans les maladies infectieuses* (2). Le savant professeur de Munich y étudie les divers Champignons qui *produisent les décompositions*; il les divise en trois groupes : les Mucorinées, les Saccharomycètes et les Schizomycètes qui correspondent aux Bactériens; pour M. Nægeli, les Bactéries sont donc les Champignons ou les levûres de la pourriture.

En présence de ces opinions si diverses sur la nature des Bactéries, leur place dans la classification, nous terminerons en disant avec M. Cohn :

« Tant que les constructeurs de microscopes n'auront pas mis à notre service des grossissements beaucoup plus

(1) Beitræge... 1876, 2e Bd., 2e Heft, p. 277; — Voy. aussi la traduction abrégée par M. Henneguy dans la « Revue scientifique » du 27 janvier 1877, p. 732.

(2) Niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectionskrankheiten und der Gesundheitspflege, München, 1877 : la traduction est en cours de publication dans la « Revue internat. de M. de Lanessan, 1878, » nos 1, 4, 6, 10.

puissants et autant que possible sans immersion, nous nous trouverons, dans le domaine des Bactéries, dans la situation d'un voyageur qui erre en pays inconnu à l'heure du crépuscule, à ce moment où la lumière du jour ne suffit plus pour faire distinguer les objets d'une façon nette et sûre et où ce voyageur a conscience que, malgré toutes ses précautions, il ne pourra manquer de s'égarer en chemin. »

PREMIÈRE PARTIE

MORPHOLOGIE DES BACTÉRIES

CHAPITRE PREMIER

ORGANISATION DES BACTÉRIES

Lorsque des Bactéries se développent dans un liquide et qu'elles s'y trouvent réunies en assez grande quantité, elles deviennent visibles à l'œil nu ; elles apparaissent ou comme un léger nuage, ou bien condensées en petits amas, dans le liquide, ou enfin formant une pellicule à sa surface, un dépôt sur les parois du vase et sur les objets qui baignent dans le liquide ambiant. Cependant prévenons de suite, avec M. Cohn (1), que le fait de l'absence de tout trouble dans un liquide n'exclue pas la possibilité de l'existence des Bactéries; leur présence peut ne pas se révéler à l'œil nu dans les liquides plus denses que l'eau (sérum, lymphe, etc.), lorsque le pouvoir réfringent de ces corpuscules est le même que celui du liquide. Ajoutons encore que quelquefois la coloration des Bactéries, coloration souvent très-faible et qui n'est aperçue que sous une certaine épaisseur d'organismes, sert à reconnaitre leur présence dans un milieu.

Si on examine ces nuages, ces amas, ces dépôts au

(1) Beitræge z. Biol. d. Pfl., II, p. 137.

microscope, on les voit constitués par des myriades de petits corps, isolés ou groupés, arrondis ou linéaires, doués ou non de mouvement, quelquefois colorés. Ces variations constituent autant de caractères qui demandent à être étudiés avec quelques détails.

§ 1. — *La Bactérie en général.*

Forme. — Les Bactéries, entendues dans les limites admises aujourd'hui par la plupart des botanistes et considérées dans leur état d'isolement, se rapportent à deux formes principales : des corps globuleux ou *Monades* et des corps plus ou moins filiformes ou *Bactéries* proprement dites.

Les Bactéries globulaires comprennent des organismes ordinairement arrondis, ovoïdes, s'allongeant quelquefois en tubes (Warming, *Danm. Bakt.*, pl. VII, fig. 1, c). Le *Monas Crepusculum* d'Ehrenberg (*Infus.*, pl. I, fig. 1) peut être pris comme type. On y rapporte aussi les *Micrococcus* d'Hallier, les *Microsporon* de Klebs (non cf. *M. Furfur*), les formes arrondies des *Amylobacter* de M. Trécul, et peut-être les *Microzyma* de M. Béchamp. On verra plus loin que ce sont très-probablement des phases de développement des spores de Bactéries proprement dites.

Les Bactéries non globulaires présentent une plus grande diversité de formes : elles peuvent être *droites*, *ondulées* ou *contournées en spirale*.

Les Bactéries rectilignes sont, les unes, exactement *cylindriques* dans toute leur étendue, et dans ce cas elles forment ou des cylindres très-courts, comme dans les

Bacterium Cohn (*Bact. Lineola*, Cohn, *Beit.*, II, pl. III, fig. 11, 12), ou des cylindres dont la longueur dépasse plusieurs fois l'épaisseur, comme dans les Bactéridies (*Bacillus Ulna* Cohn, *id.*, fig. 15); — d'autres sont renflées au milieu, avec leurs extrémités arrondies, telles que certaines formes du *Vibrio Serpens* (Warming, *loc. cit.*, fig. 4, E); — d'autres encore, *fusiformes*, renflées au milieu et atténuées aux deux extrémités : cf. *Bacterium fusiforme* (Warm., *l. c.*, pl. VIII, fig. 8), les *Amylobacter* des fibres du liber du figuier et des laticifères de l'*Amsonia latifolia* (Ch. Robin, *Micr.*, p. 934, fig. 291, f, h, m, n). — Des B. rectilignes renflées aux deux extrémités se rencontrent pendant la vie de certaines espèces, chez les *Bact. Lineola*, B. *Termo*, par exemple, surtout lorsqu'on les transporte dans un milieu plus favorable ; cette modification précède, du reste, généralement, la segmentation de la Bactérie (Hoffmann, *A. S. N.*, 1869, pl. I, fig. 6. — Cohn, *l. c.*, fig. 8. — Warming, *l. c.*, pl. VIII, fig. 18, 25). — Enfin, on rencontre parfois des Bactéries renflées à une de leurs extrémités seulement; la partie renflée présente souvent un petit point clair et quelquefois une spore évidente ; nous verrons plus tard la signification de cette particularité (Hoffm., *l. c.*, fig. 4. — Cohn, *l. c.*,, fig. 13. — Warm., *l. c.*, p. IX, fig. 1, F). A ces B. claviformes, on peut rapporter le *Bacterium capitatum* Dav., les Hélobactéries de Billroth et certains *Amylobacter* capités du *Ficus Carica*, etc. (Ch. Robin, *l. c.*, fig. 291, a, c, d, l).

Les Bactéries ondulées constituent les Vibrions proprement dits (*V. Rugula*, *Serpens*, etc.).

Les Bactéries contournées en spirale, dont les tours

sont plus ou moins serrés, ont été nommées *Spirillum*, *Spirochæte*, etc.

Dimensions. — Les dimensions des Bactéries oscillent dans les limites les plus variables; mais d'une façon générale, on peut dire que ce sont les plus petits de tous les êtres microscopiques; quelques-uns d'entre eux sont situés à la limite du pouvoir grossissant des microscopes les plus parfaits et leurs proportions en longueur et en largeur sont comprises dans les limites des erreurs d'observation.

Les Bactériens les plus petits sont les Bactériens globulaires; les dimensions de quelques espèces sont si exiguës qu'on ne peut les mesurer directement.

Les plus grands sont les *Spirillum* qui atteignent 2/10 de millimètre de longueur.

Entre ces deux extrêmes, il y a tous les intermédiaires possibles; voici du reste la dimension de quelques Bactéries, en millièmes de millimètre.

Monas vinosa : 0,5 μ de diamètre à 1 μ, de 0,5 μ à 1 μ de largeur, sur 3 à 4 μ de longueur.

Bacterium Termo :	larg.	0,6 à 0,8 μ ;	long.	2 à 3 μ.
Vibrio Lineola :	—	0,5 à 1 μ ;	—	3 à 8 μ.
Bacillus Ulna :	—	0,7 à 1 μ ;	—	5 à 8 μ.
B. anthracis :	—	1 à 2 μ ;	—	10 à 50 μ.
Spirillum volutans :	—	7 μ ;	—	10 à 40 μ.

Plusieurs auteurs se fondant exclusivement sur ce caractère de dimensions, ont divisé les Monades et les Bactéries suivant leur grosseur.

Ainsi Hoffmann ne reconnaît, en dehors des Monades

que des Microbactéries, des Mésobactéries et des Macrobactéries (1).

De même Billroth classe les Monades suivant leurs dimensions en *Micro-méso-méga-coccos*, et les Bactéries en *Micro-méso-méga-bactéries*.

Enfin Klebs sépare des Micrococcos les *Microsporines*, qui n'en diffèrent que par leurs dimensions bien plus petites, les uns et les autres pouvant passer à l'état de Bactéries.

Coloration. — Les phénomènes de coloration des Bactéries n'ont été signalés que depuis peu de temps. « On s'est peu occupé de la coloration des Bactéries tenues généralement pour *incolores*, » disait M. de Seynes, en 1874 (2); et récemment M. de Lanessan : « les Bactéries sont ordinairement tout à fait incolores » (3). Cependant M. F. Cohn avait déjà insisté sur les Bactéries globulaires chromogènes ou de la *fermentation pigmentaire* (4), sur les colorations produites par diverses Monades étudiées du reste depuis longtemps par les micrographes.

Observons à ce sujet que les Bactéries qui sont susceptibles de coloration appartiennent à deux groupes bien différents : les unes sont des organismes colorés, toujours connus comme tels, mais qui n'étaient pas rapportés aux Bactériens, comme les diverses Monades, qui sont devenues les *Micrococcus prodigiosus*, *cyaneus*,

(1) Mém. sur les Bactéries. *A. S. N.*, 1869, Bot., t. XI, p. 7.

(2) De qq. phénom. de coloration chez les Bactéries, *in* Assoc. fr. pour l'avanc. des sc., Session de Lille, 1874, p. 414.

(3) Dictionn. de bot. de M. Baillon, *art.* Bactéries, t. I, p. 342.

(4) Cohn *in* Beitrage... II. p. 150. — Voy. Rev. illustrée, 1875, n° 11, p. 129.

aurantiacus Cohn, etc. ; le second groupe renferme des Bactéries proprement dites absorbant les matières colorantes des végétaux sur lesquels elles sont fixées en parasites ou des milieux dans lesquels elles vivent; il en est ainsi des Bactéries observées par M. de Seynes sur le *Penicillum glaucum* (1,)et peut-être des *Vibrio synxanthus* et *syncyanus* Ehrenb., qui donnent au lait une coloration jaune ou bleue suivant l'espèce. Nous reviendrons sur ce sujet à propos de la nutrition des Bactéries (Robin, *Leçons sur les humeurs*, etc., 1867, p. 415).

Quant aux Monades à coloration propre, elles ont été spécialement étudiées dès 1838 par Dunal (2), puis par Morren (3) et Ehrenberg, de nos jours par MM. Ray-Lankester (4), Cohn (5), Klein (6), et en dernier lieu par MM. Warming (7) et Giard (8); elles se rencontrent dans les milieux les plus divers, l'eau de mer, les sources thermales sulfureuses, l'eau douce contenant des matières animales ou végétales en putréfaction ; elles apparaissent quelquefois sur le pain, les mets, en général sur des aliments cuits, placés dans l'air humide. Les colorations diverses qu'elles revêtent sont: le rouge, le jaune, l'orangé et le bleu. C'est probablement à des organismes analo-

(1) C. R. Acad. des sc., 11 déc. 1871.

(2) Ann. des sc. nat., 1838, t. IX, p. 172.

(3) Recherches sur la rubéfaction des eaux *in* Nouv. mém. de l'Acad. de Bruxelles, 1841, t. XIV.

(4) On a Peach-coloured Bacterium *in* Quat. Journ. of miscrosc. sc., 1873, vol. XIII, p. 66 ; 1876, vol. XVI, p. 27.

(5) The Peach-coloured Bacterium, ibid., 1874, vol. XIV.

(6) Note on a Pink-coloured Spirillum, ibid., 1875, vol. XV.

(7) Observat. sur quelques Bactéries des côtes du Danemark, 1876.

(8) Etude sur une Bactérie chromogène des eaux de rouissage du lin *dans* Rev. des sc. nat. de Montpellier, mars 1877, t. V.

gues qu'il faut attribuer la coloration bleue présentée par le *pus* dans certaines circonstances, la coloration verte et bleue étudiée par M. Chalvet (1), et les colorations jaune-orangé, rouge-vif, bleue, que C. Eberth a observées dans la *sueur* (2).

En Norvége, les Bactéries rouges apparaissent en été en masses si considérables que le rivage de la mer se colore parfois d'un rouge intense (Warming).

Mouvement. — Les Bactéries se rencontrent sous deux états différents : elles sont agiles ou immobiles ; mais il est bien prouvé maintenant que, chez la plupart, la même espèce peut se présenter tantôt à l'état de repos, tantôt à l'état de mouvement.

Les mouvements de la Bactérie sont de deux sortes : un mouvement du corpuscule sur lui-même et un mouvement de translation. Le premier n'est quelquefois qu'un simple mouvement moléculaire ou *brownien*, ce qui a lieu chez les plus petites formes ; mais d'autres fois, il est plus étendu et consiste ou en un mouvement de rotation autour de l'axe, ou en mouvement d'inflexion du corpuscule ; cette flexibilité s'observe surtout chez les longues formes des *Bacillus*, chez les Vibrions, etc. Quant au mouvement de translation, il est fort variable ; tantôt lent, tantôt rapide, il est en rapport avec la longueur et la forme de la Bactérie. M. Cohn en a bien décrit toutes les modifications dans les lignes suivantes (3) :

(1) Recherches sur la coloration verte et bleue observée au voisinage des plaies et confondue avec la véritable suppuration bleue. Paris 1873.

(2) Untersuch. über die Bakterien : die B. im Schweiss *in* Arch. f. path. Anat. u. Phys., t. LXII, p. 504.

(3) Voy. Revue illustrée, 2e année, 1875, n° 10, p. 112.

« Presque toutes les Bactéries possèdent deux modes de vie différents caractérisés par le repos et le mouvement.

« Dans certaines conditions elles sont excessivement mobiles, et lorsqu'elles fourmillent dans une goutte d'eau elles présentent un spectacle attrayant, semblable à celui d'un essaim de moucherons ou d'une fourmilière. Les Bactéries s'avancent en nageant, puis reculent sans se retourner. ou bien décrivent des lignes circulaires ; tantôt elles s'avancent vivement comme un trait, tantôt elles tournent sur elles-mêmes comme une toupie ; parfois elles se reposent longtemps, pour partir comme l'éclair. Les longues Bactéries en baguette tordent leur corps en nageant, tantôt avec lenteur, tantôt avec adresse et agilité, comme si elles essayaient de se frayer un passage à travers des obstacles. C'est ainsi que le poisson cherche un chemin à travers les plantes aquatiques. Elles restent quelque temps tranquilles comme pour se reposer un instant ; tout à coup la petite baguette se met à osciller et puis nage brusquement en arrière pour s'élancer de nouveau quelques instants après. Tous ces mouvements sont accompagnés d'un second mouvement analogue à celui d'une vis qui se meut dans un écrou. Lorsque les Vibrions en forme de vrille tournent rapidement autour de leur axe, ils produisent une singulière illusion, on croirait qu'ils serpentent comme l'anguille, bien qu'ils soient complètement rigides. »

Les causes du mouvement ont été cherchées d'abord dans la nature prétendue animale des Bactéries, et les mouvements assimilés par conséquent à des mouvements volontaires; mais cette opinion n'est plus soutenable. des mouvements analogues s'observant chez un grand nombre d'organismes végétaux, tels que les

Diatomées, les Oscillaires, les spores des Algues et des Champignons, etc.

On les a attribués aussi à l'existence d'appendices locomoteurs (Ehrenberg); mais bien que les cils, niés d'abord par la plupart des micrographes, aient été vus depuis chez presque toutes les Bactéries, les botanistes qui les ont le mieux étudiés, M. Warming, par exemple, reconnaissent qu'il n'est guère probable que ces organismes soient la cause de leurs mouvements, car « on rencontre des exemplaires dont le corps se tient immobile pendant que le cil s'agite violemment, et d'autres dont le corps se meut tandis que les cils restent inertes ou traînent par derrière (1). »

Les mouvements paraissent plutôt sous la dépendance de la nutrition ou de la respiration, et en particulier de la présence de l'oxygène (Cohn); en effet, lorsque ce gaz fait défaut, les Bactéries deviennent immobiles. Du reste l'immobilité ou la mort des Bactéries peut être déterminée par le défaut de nourriture, l'empoisonnement avec différentes substances toxiques : le chloroforme, l'iode, etc., la dessication, etc.

On a voulu se servir des caractères tirés de l'existence ou de l'absence des mouvements, de leurs formes, pour classer les Bactéries ; mais ce que nous venons d'exposer montre bien qu'on ne peut prendre ces phénomènes transitoires pour des caractères génériques ou spécifiques.

Structure. — On a cru pendant longtemps que les Bactéries étaient constituées par des masses amorphes

(1) Observat. sur quelques Bactéries qui se rencontrent sur les côtes du Danemark, Copenhague. 1875. p. 31.

de protoplasme ou par des batonnets solides. Les recherches de M. Hoffmann (1) ont montré qu'elles on une structure vraiment cellulaire. Nous allons donc décrire successivement leur membrane, le contenu et les diverses substances qui y ont été signalées, et les cils qu'on peut considérer comme une dépendance du protoplasme.

Membrane cellulaire. — L'excessive petitesse des Bactéries empêche le plus souvent la constatation *directe* de la membrane cellulaire, et l'existence de cette enveloppe n'est jusqu'à présent bien démontrée que par des preuves indirectes, des réactions chimiques, par exemple.

Ainsi M. Hoffmann (dans le mémoire cité plus haut, p. 7), constate l'existence de l'enveloppe cellulaire quand le « contenu, qui est un *plasma* transparent, se coagule en partie, comme il arrive parfois, ou disparaît; il est alors remplacé par de l'air qui dessine précisément la forme de la cellule bactérienne normale. » De même, M. Eug. Warming n'est parvenu à voir la membrane, « qui apparaît très-distinctement, que lorsqu'il s'est formé une *vacuole* tout contre la périphérie. »

D'un autre côté, la manière dont les Bactéries se comportent avec les agents chimiques prouvent qu'elles ont une carapace de nature cellulosique, se colorant par la teinture d'iode, ne se détruisant pas par la potasse, l'ammoniaque (Ch. Robin), les acides même, et résistant excessivement longtemps à la putréfaction ; elle se

(1) Botan. Zeit., 1863, p. 304. — Ann. sc. nat., 1869, sér. 5, t. XI, p. 7.

rapproche par là de la membrane de cellulose des cellules végétales (Cohn) (1).

Cependant nous devons ajouter que M. Cohn assure être arrivé, avec de puissants grossissements, à voir directement la membrane cellulaire (*loc. cit.*, p. 138) ; par contre, M. Eug. Warming dit n'y avoir jamais réussi. Ce dernier observateur fait de plus remarquer que la résistance de la Bactérie aux acides, aux alcalis, etc., ne semble pas prouver l'existence d'une membrane, « attendu que ce peut être le résultat d'une manière d'être particulière du plasma, qui, chez toutes les Bactéries, est d'une nature plus consistante que chez les autres plantes. »

Enfin la membrane peut être chez quelques Bactéries tendre, flexible et susceptible de mouvements de torsion ; dans d'autres elle est rigide et incapable de se fléchir. M. Cohn pense aussi qu'elle peut se gonfler et se résoudre en mucilage, ce qui expliquerait l'origine de cette substance dans les *Zooglœa*.

Protoplasme. — Le contenu de la cellule est une substance azotée, en général incolore, réfractant la lumière plus que l'eau.

Dans les espèces les plus ténues, ce protoplasme paraît homogène ; mais dans les Bactéries moyennes et surtout dans les grandes espèces, le contenu de la cellule renferme des parties plus réfringentes, des vacuoles, des granulations spéciales et quelquefois des matières colorantes diverses.

M. Cohn a signalé le premier les mouvements du protoplasme, dont les courants auraient lieu surtout dans la

(1) Beitræge, *op. cit.*, p. 138.

partie centrale, la partie périphérique restant homogène et immobile. Les vacuoles se trouvent aussi dans la partie centrale ; cependant M. Warming qui les a observées chez les *Monas Okenii*, *Vibrio Rugula*, *V. Serpens*, et *Spirillum Undula* var. *littoreum*, les a vues tantôt dans le milieu du plasma, tantôt près de la paroi extérieure.

Les granulations qu'on observe dans le protoplasme ont été considérées par Ehrenberg comme des vésicules stomacales ou des ovules. Elles sont de deux sortes : les unes très-réfringentes, non bordées d'un cercle foncé, ne sont pour M. Warming que des parcelles plus compactes du protoplasme; les secondes, très-réfringentes aussi, mais entourées d'un cercle noir, puis brun, ressemblent à des gouttes d'huile et ont été prises pour des granulations graisseuses ; mais les recherches récentes de MM. Cramer, Cohn et Warming ont prouvé que, quelques-unes d'entre elles du moins, sont formées par du *soufre* cristallin.

En effet elles ne sont solubles ni dans l'acide chlorhydrique, ni dans l'eau bouillante ; mais elles se dissolvent dans l'alcool absolu, dans la potasse et le sulfite de soude à chaud, dans l'acide azotique et le chlorure de potassium à la température ordinaire, ainsi que dans le *sulfure de carbone*, lorsque la membrane difficilement perméable a été détruite préalablement par l'acide sulfurique ; bien que leurs petites dimensions et leur grand pouvoir réfringent empêchent de distinguer avec certitude si ce sont des cristaux de soufre, comme elles sont bi-réfringentes à la lumière polarisée, on ne saurait douter de leur nature cristalline (1).

(1) Cohn. Beitræge... 1875, 3e Hft., p. 177-179.

Ces globules sulfureux ont été observés dans les *Monas Okenii*, *Bacterium sulfuratum*, *Ophidomonas*, et les diverses espèces de *Beggiatoa*, soit de l'eau douce ou de mer corrompue, soit des eaux thermales sulfureuses. On verra, lorsque nous parlerons de la physiologie de ces organismes, quel est leur rôle dans l'élimination du soufre et la formation de l'hydrogène sulfuré.

Nous avons dit, à propos des *Bactéries colorées*, que les unes empruntent leur coloration aux milieux ambiants, que d'autres, au contraire, ont une coloration propre. Le protoplasme de ces dernières contient une matière colorante granuleuse, qui est ordinairement jaune, bleue ou rouge. Les matières colorantes rouges sont les plus fréquentes ; ce sont aussi celles qui ont été les mieux étudiées et qui paraissent les mieux connues.

L'une d'entre elles qui colore en rose *fleur de pêcher* les *Bacterium rubescens* Ray-Lank. (*Clathrocystis roseo-persicina* Cohn), *Monas vinosa* Ehrb., *M. Okenii* Cohn, *M. gracilis* Warming, *Rhabdomonas rosea* Cohn, *Monas Warmingii* Cohn, *Ophidomonas sanguinea* Ehrb., *Merismopedia littoralis* Rabenh., etc., a été étudiée par M. Ray-Lankester qui lui a donné le nom de *Bactério-purpurine*; c'est une substance insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide carbolique, la glycérine, les huiles grasses; ce qui la rapproche de la chlorophylle. Elle a, du reste, un spectre caractéristique (1).

D'autres matières colorantes rouges, mais qui paraissent différentes, ont été signalées dans les *Monas prodigiosa* Ehrb., *Bacillus ruber* Cohn, *Micrococcus fulvus* Cohn.

(1) Ray-Lankester. On a Peach-coloured Bacterium (B. rubescens) *in* Quat. Journ. of microsc. Sciences, 1873, vol. XIII, p. 66.

Il ne faut pas les confondre avec la matière colorante pourpre d'autres Algues, comme celle du *Porphyridium cruentum* (1), qui provient d'un mélange de chlorophylle et de phycoérythrine. Les Bactéries ne renferment jamais de chlorophylle.

A ce sujet, il est intéressant de rappeler la constitution protoplasmique des *Amylobacter* de M. Trécul ; ces organismes sont pour M. Van Tieghem des Bactéries auxquelles il a donné le nom de *Bacillus Amylobacter*, et qui ne diffère du *B. subtilis*, que par « un caractère spécifique, essentiellement transitoire, la présence d'*amidon* amorphe, formé et mis en réserve pendant la période de grossissement pour être réemployé plus tard et consommé pendant la phase reproductrice » (2).

Cils. Ces appendices qui avaient été déjà signalés par Ehrenberg chez le *Bacterium triloculare*, n'avaient pas été revus depuis. Aujourd'hui des recherches récentes permettent d'affirmer que les cils existent sans aucun doute chez toutes les vraies Bactéries, *Bacillus*, *Bacterium*, *Spirillum*. Ils ont été aperçus chez un grand nombre de formes : *Spirillum volutans*, *Sp. Undula*, *Vibrio Rugula*, *Spiromonas Cohnii*, *Vibrio Serpens*, plusieurs espèces de *Bacillus*. Ce n'est que chez les plus petites Bactéries qu'il a été jusqu'à présent impossible de constater leur présence. Cependant MM. Dallinger et Drysdale en ont vu récemment chez le *Bacterium*

(1) Cf. Ant Magnin : Sur le développement du *Porph. cruentum*. (Ann. Soc. bot., Lyon, 1875.)

(2) Trécul. Compt. Rend. Acad. sc., 1865, t. LXI, p. 156 et 436. — Nylander. Bull. Soc. bot. Fr., 1865, t. XII, p. 395. — Ch. Robin. Du Microscope. 1877. pp. 933-936. — P. Van Tieghem. Bull. Soc. bot. Fr., 1877, t. XXIV, p. 136.

Termo (Cohn, Warming, *loc. cit.*). M. Warming en a aperçu jusqu'à deux ou trois, sur un seul pôle, chez l'*Ophidomonas sanguinea*, le *Spirillum volutans* var. *robustum*, et le *Vibrio Rugula*.

§ 2. *Des divers modes de groupement des Bactéries.*

Les Bactéries se rencontrent dans les divers milieux sous deux états : libres, isolées (Bactéries unicellulaires), ou réunies plusieurs ensemble, soit en chaînettes, en filaments, soit en masses plus ou moins étendues, quelquefois à l'aide d'une substance muqueuse qui les englobe.

Les Bactéries unicellulaires, libres, se trouvent chez les *Spirillum*, les *Bacillus*, les *Monas*, etc.

Lorsqu'elles sont réunies, elles se groupent d'après les modes suivants :

1° *Forme de chaînette : Torula*, *Leptothrix*. — Le mode de multiplication le plus ordinaire des Bactéries est la *scissiparité*; chaque corpuscule se sectionne transversalement et donne naissance à deux individus nouveaux, qui tantôt se séparent complètement l'un de l'autre, pour former des Bactéries unicellulaires, tantôt restent unis et, se segmentant à leur tour, forment ainsi une chaîne à articles plus ou moins nombreux.

Lorsque ces chaînes sont constituées par des Bactéries globulaires, elles ont été nommées des *Torula* ; si elles sont formées par des Bactéries filiformes, elles correspondent aux *Leptothrix* Ch. Robin et *alt. auct.* La différence morphologique des *Torula* et des *Leptothrix* réside en ceci que, dans les premiers, les articles sont séparés par des étranglements, ce qui n'a pas lieu chez

les seconds. Il est aussi à remarquer que jamais les Microbactéries ne prennent une de ces deux formes, d'après M. Cohn ; M. Warming assure cependant avoir rencontré la forme *Torula* chez les *Bacterium Lineola*, *B. Catenula* et *B. Termo*?

M. Billroth a appelé ces deux formes de Bactéries, *Streptococcos* et *Streptobacteria*; il a même cru devoir créer les mots de *Diplococcos* et de Diplobactérie pour les organismes constitués seulement par deux articles.

2° *Forme de Zooglœa.* — Généralement, quand les Bactéries sont en voie de multiplication active, elles restent groupées en masses, *essaims*, ou *Zooglœa*; dans ces derniers, les Bactéries sont pressées les unes contre les autres, au milieu d'une substance visqueuse, hyaline, homogène, incolore, et constituent des amas plus ou moins diffus ou définis, en globes irréguliers, en grappes ou en tubes, nageant dans l'eau ou près de sa surface. Lorsque les Bactéries se multiplient abondamment, les cellules finissent par s'éloigner les unes des autres, et laissent entre elles des intervalles plus considérables; les flocons grossissent et atteignent parfois plusieurs centimètres.

La substance gélatineuse qui englobe les Bactéries, parait provenir d'une transformation, avec épaississement et gélification, de la membrane cellulaire de ces petits êtres, ou bien d'une sécrétion de leur protoplasme ; mais cette dernière manière de voir paraît moins plausible que la première (De Lanessan, *loc. cit.*)

Ce sont ordinairement les Bactéries globulaires (*Micrococcus*) et les Microbactéries (*Bacterium*) qui se présentent dans cet état; les Bactéries filiformes et les *Spirillum* ne se trouvent jamais dans les masses gélati-

neuses (Cohn). Cependant M. Ray-Lankester affirme avoir rencontré la forme *Zooglœa* du *Spirillum tenue*, et M. Klein celle des *Spirillum Undula* et *rosaceum*. (Warming. *op. cit.* p. 35).

Notons aussi ce fait intéressant que M. Warming n'a jamais observé la forme de *Zoogloea* proprement dite, gélatineuseet épaisse, dans les infusions d'eau de mer.

Dans la terminologie de M. Billroth, les *Zooglœa* sont appelées *Gliacoccos* et *Gliabacteria* (de γλια, substance muqueuse).

3° *Forme de Mycoderme.* — Dans certains cas, les Bactéries se réunissent à la surface de l'eau ou des liquides dans lesquels elles se développent, pour y former une couche épaisse, une sorte de membrane. Cette production appelée *Mycoderme* par M. Pasteur, est une sorte de *Zooglœa*, mais elle en diffère par l'absence de matière intermédiaire muqueuse : les Bactéries y sont du reste immobiles, bien qu'elles soient vivantes, puisqu'elles viennent à la surface se mettre en contact avec l'oxygène qui leur est nécessaire.

On peut rapprocher des Mycodermes les Pétalococcos et les Pétalobactéries de M. Billroth.

4° *Essaims.* — Nous avons vu que les Bactéries filiformes et spiralées ne constituent pas ordinairement des *Zooglœa* : ces microphytes sont ou disséminés et libres, ou réunis en essaims. Cette formation peut s'observer du reste avec toutes les Bactéries, lorsque, grâce à une nourriture abondante, elles se multiplient rapidement et se réunissent en masses considérables; elles y sont très-mobiles, tandis que dans les *Zooglœa* les corpuscules sont immobilisés par la substance glaireuse intermédiaire.

5° *Précipité pulvérulent.* — Lorsque, dans un liquide, les éléments nutritifs sont épuisés, les Bactéries cessent de se multiplier, tombent au fond du récipient, et le liquide s'éclaircit de plus en plus. Le dépôt formé de la sorte peut acquérir une épaisseur très-appréciable à l'œil nu.

Les Bactéries qui forment le précipité ne sont pas mortes, mais dans un état de repos temporaire : si l'on ajoute, en effet, de nouvelles quantités de matières alimentaires, on les voit se multiplier de nouveau, jusqu'à ce qu'elles les aient épuisées (Cohn).

CHAPITRE II.

CLASSIFICATION ET DESCRIPTION DES BACTÉRIES.

---

§ 1. *Place des Bactéries.*

La place des Bactéries dans l'échelle des êtres, longtemps indéterminée, demande cependant à être établie avec précision ; il importe en effet, non-seulement pour les naturalistes, qui ne voient la question qu'au seul point de vue systématique, mais encore et surtout pour les biologistes qui étudient le rôle de ces organismes dans les phénomènes chimiques ou pathologiques auxquels ils sont associés, de savoir s'ils ont affaire à des organismes animaux ou végétaux. Car, suivant la remarque si juste de M. Ch. Robin, ne pas préciser cette nature « est pour eux aussi grave que le serait pour un

chimiste, de laisser indécise la question de savoir si c'est de l'azote ou de l'hydrogène, de l'urée ou de la stéarine, qu'il retire d'un tissu, ou dont il suit les combinaisons dans telles ou telles opérations ».

Du reste, cette détermination est aujourd'hui possible, et s'il y a encore des divergences entre les naturalistes sur la place des Bactéries parmi les Cryptogames, il n'y en a plus quand il s'agit de leur nature végétale.

Aussi est-on surpris de voir un savant tel que M. Pasteur « ne pas se prononcer d'une façon formelle sur la nature végétale ou animale de plusieurs des ferments qu'il a étudiés », et dont quelques-uns font partie des Bactéries.

Nous allons exposer rapidement les caractères qui permettent d'abord de reconnaître certaines espèces de Bactéries comme des êtres organisés, de déterminer si les Bactéries sont des animaux ou des végétaux, et enfin de les classer soit parmi les Algues, soit parmi les Champignons.

Distinction des Bactéries et des substances inorganiques. — La question de savoir si les Bactéries sont des êtres organisés ne peut trop se soulever qu'à propos des plus petites espèces, de ces *Micrococcus* qu'on aperçoit à peine avec les plus forts grossissements; la nature organisée des autres organismes du même groupe, n'a jamais fait de doute, même pour les plus anciens observateurs, qui tous, depuis Leeuvenhoeck les ont tenus sans exception pour des animaux ou des végétaux. Mais les petites formes de Bactéries peuvent être confondues avec des matières diverses, des particules de substance organique, granulation moléculaire, globules

graisseux, etc. « Ces productions, qui se présentent en quantité considérable dans les liquides ou dans les tissus d'origine animale ou végétale, ressemblent souvent pour la grandeur, la forme et le groupement si bien aux Bactéries globulaires, qu'il est absolument impossible de se garantir contre eux d'une confusion facile, si l'on n'a soin de mettre la plus grande minutie dans ses observations » (Cohn).

Les *détritus*, les précipités moléculaires en poudre amorphe des substances *inorganiques*, même lorsqu'ils sont doués de mouvement brownien, seront assez facilement distingués des *Micrococcus* par des signes optiques, leur forme anguleuse, leur moindre réfringence, et enfin par la façon dont ils se comportent avec les agents chimiques, surtout si ce sont des substances minérales, des corps cristallins, etc.

Il n'en sera pas de même des *granulations moléculaires* de nature organique; elles ont comme caractères communs, leur forme arrondie, leur réfringence notable, des mouvements ; cependant leur forme est moins régulière, plus anguleuse, leur réfringence toujours moindre, leur coloration variable ; dans les cas douteux, Tiegel a donné un procédé qui permet de les distinguer d'avec les *Micrococcus* ; il consiste à chauffer le porte-objet qui supporte les corpuscules en examen : s'il y a des *Coccos*, on les voit s'agiter d'une façon manifeste, ce qui n'arrive pas avec les granulations moléculaires.

Ce sont ces productions qui rendent très-difficile l'observation des phénomènes qui se passent lors de la coagulation du lait. La caséine, en effet, se sépare sous forme de globules excessivement petits en présentant un mouvement moléculaire très-rapide ; mais la potasse

qui dissout les globules de caséine, sans attaquer les Bactéries, permettra de les distinguer.

Comme autre exemple de *Pseudobactéries*, je signalerai, d'après M. Cohn, la forme que peut prendre la fibrine lorsqu'elle se sépare du plasma sanguin; elle se dépose en filaments très-minces ressemblant assez à des Bactéries filiformes.

Les globules graisseux qui se présentent sous toutes les grandeurs et souvent dans les mêmes dimensions que les *Micrococcus*, sont très-difficiles à différencier de ces derniers; ces petits organismes ne peuvent accuser des différences de réfringence bien considérables et l'action des réactifs tels que l'éther, etc., n'est pas certaine dans des solutions mucilagineuses.

Hiller, qui s'est occupé aussi d'une façon spéciale des moyens de reconnaître les Bactéries, les divise en deux groupes (1) :

A. Les *signes optiques* comprenant : 1° La forme végétative caractéristique, batonnet, *Leptothrix*, mais qu'il reconnaît comme peu utile, car alors il n'y a pas de doute; 2° les mouvements caractéristiques des Monades; 3° le mode d'accroissement et de multiplication; 4° le mode de jonction des granules.

B. Les *signes chimiques* qui suivent : 1° les faux *Zooglœa* deviennent ramollis et diffluents sous l'action de la potasse, et sont coagulés par l'application directe de l'alcool; 2° dans les coupes de tissus, après une heure de macération dans la potasse au dixième, les Mo-

(1) Ueber diagnostiche Mittel und Methoden zur Erkennung von Bakterien *dans* Arch. f. path. Anat. u. Phys., t. LXII, p. 351; voy. Revue de Hayem, 1875, t. V, p. 506.

nades sont colorées en brun par l'iode, à l'exclusion des granulations graisseuses.

Mais en somme, la culture préconisée par MM. Cohn et Wollf est encore le meilleur moyen de diagnostic des Bactéries. « La distinction des Pseudobactéries, dit le premier de ces auteurs, d'avec les véritables Bactéries globulaires est un problème que nos micrographes actuels ne sauraient résoudre, dans tous les cas, avec la certitude désirable; l'étude seule du mode de développement peut conduire à cette distinction : *Les globules qui se sectionnent et se développent en formes de chaînes sont des êtres organisés*; *dans tous les autres cas on a affaire à des Pseudobactéries* (1). »

Ce n'est cependant pas tout à fait l'opinion de M. Nægeli qui paraît considérer le mouvement comme le caractère distinctif le plus sûr.

« Il n'y a, dit-il, que trois signes distinctifs permettant de reconnaître, avec quelque certitude, que les granulations sont des organismes: les mouvements spontanés, la multiplication et l'égalité de dimension unie à la régularité de la forme.

Le caractère le plus certain est le mouvement en ligne droite ou courbe que ne présentent jamais les granulations inorganiques. On doit prendre garde de se laisser tromper par des mouvements qui sont déterminés par les courants des liquides qui servent à l'observation. On ne doit pas non plus se laisser induire en erreur par le tremblement désigné sous le nom de mouvement moléculaire, dans lequel les granulations ne changent pas véritablement de place ; on observe ces mouvements

(1) Beitræge... Bd. I, Hft. 2, p. 150.

dans la plupart des cellules, et même dans celles des Schizomycètes, et les corps inorganiques eux-mêmes les présentent.

La multiplication est un caractère moins important que le mouvement. Lorsque parmi les granulations, il s'en trouve deux réunies l'une à l'autre, et plus ou moins rapprochées ou éloignées l'une de l'autre, on peut supposer avec probabilité qu'il y a division et multiplication. Lorsque les batonnets se montrent géniculés au niveau de leur courbure, on peut présager leurs divisions en deux parties.

Enfin, en ce qui concerne la grandeur et la forme, des granulations de taille différente et de forme plus ou moins irrégulière devront être considérées comme appartenant au groupe des Champignons segmentés ; si, au contraire, les granulations offrent des dimensions parfaitement égales, et une forme sphérique ou ovale, le diagnostic est plus incertain ; elles peuvent appartenir aux Schizomycètes ou être de nature inorganique (1). »

Place des Bactéries dans les êtres organisés. Distinction des animaux et des végétaux. — Les caractères qui servent à distinguer les organismes inférieurs animaux des organismes inférieurs végétaux sont de deux ordres : optiques ou chimiques.

A. Les caractères optiques sont tirés de la forme générale, des mouvements, du mode de reproduction.

Les caractères morphologiques n'ont de la valeur que chez les grandes espèces de Bactéries ; si l'on met en présence un *Spirillum* et un *Spirulina* Kütz., leurs affinités n'échapperont à personne ; il en est de même pour

(1) Voy. Revue internat., 1878, p. 14.

les grandes espèces de *Bacillus* dont les rapports avec les Oscillaires sont évidents. La forme de batonnets paraît bien spéciale, mais elle n'implique pas nécessairement la nature végétale des organismes qui la possèdent. Enfin, les Bactéries globulaires, Monades et *Micrococcus* se rapprochent tout à fait, par leur forme, des Animaux infusoires.

Le mouvement n'est pas un caractère plus spécial; il est bien prouvé maintenant qu'il n'est pas l'apanage exclusif de l'animalité et qu'il se rencontre dans un certain nombre de végétaux inférieurs.

En somme, les caractères anatomiques ne sont pas toujours d'un secours absolument certain; cependant c'est en se fondant sur eux seuls que M. Cohn, d'abord, puis M. Davaine avaient reconnu les Bactéries pour des végétaux (1).

B. Caractères chimiques : M. Ch. Robin s'appuie sur des caractères d'un autre ordre pour démontrer la nature végétale des Bactéries. Il prend pour point de départ les notions de physiologie générale exposées par de Blainville dans les points qui suivent :

1° On trouve dans les animaux divers principes immédiats de même espèce que dans les plantes et réciproquement;

2° Les principes ternaires prédominent toutefois dans les plantes, et les quaternaires azotés l'emportent au contraire dans les animaux;

3° Dans les uns et dans les autres la structure cellulaire fondamentale est la même, au moins originellement, pour la plupart, et toujours dans les plus simples des êtres organisés etc...

(1) Dict. encycl., *art.* Bactérie, p. 14.

« Il en résulte donc, continue M. Robin, que, tant que le tube digestif ne se montre pas, on ne peut distinguer les animaux des plantes que par l'étude de leurs principes immédiats et des réactions chimiques qui décèlent ces derniers en général; par l'étude des réactions qui montrent en particulier la prédominance des principes ternaires cellulosiques sur tous les autres dans les plantes, et celle des principes azotés dans les animaux, à quelque période de leur existence que ce soit (1). »

Partant de là, M. Robin fit de nombreux essais et arriva à trouver dans l'ammoniaque dissoute, concentrée et telle qu'elle est fournie aux laboratoires un réactif des corpuscules de nature végétale. En effet, l'ammoniaque dissout les œufs, les embryons de tous les animaux, le corps de tous les animaux infusoires, attaque les spermatozoïdes, etc.; tandis qu'elle laisse absolument intacts toutes les variétés de celluloses, les éléments anatomiques reproducteurs des plantes, qu'on l'emploie à froid ou portée à l'ébullition (2).

Quant aux autres caractères chimiques préconisés dans ces dernières années, nous nous contenterons de citer l'*acide acétique concentré* qui ferait pâlir tous les tissus animaux, tandis qu'il serait sans action sur les Bactéries (Luckonvsky); l'iode et l'acide sulfurique (Letzerich), etc. (3).

L'hématoxyline (Luckonvsky), la fuchsine (Hoffmann) colorent vivement les Bactéries.

(1) Sur la nature des fermentations en tant que phénomènes nutritifs désassimilateurs des plantes *dans* Journal de l'anat. et de la phys., 1875, n° 4, p. 384.

(2) Robin. Du microscope et des injections. Paris, 1871, p. 308 et Journal de l'anat., *l. c.*, p. 385.

(3) Voy. Revue de Hayem, t. IV, p. 94; t. V, p. 95.

On ne doit donc plus, avec quelques auteurs récents, donner aux Bactéries les noms d'*animalcules microscopiques*, *infusoires*, *microzoaires*, etc., et autres expressions ou peu précises, ou consacrant une erreur.

Ajoutons que des naturalistes de beaucoup de valeur, M. Hæckel par exemple, ont créé pour ces infiniment petits, Monères, Protoplastes, Flagellés, Diatomées, etc., un règne intermédiaire entre le règne animal et le règne végétal, les *Protistes* (1).

Place des Bactéries dans la série végétale. — La nature végétale des Bactéries une fois établie, il reste maintenant à déterminer à quelle classe de végétaux elles appartiennent.

Sont-elles des Algues ou sont-elles des Champignons? telle est la question qui partage les naturalistes.

Il est vrai qu'il est aujourd'hui même fort difficile de trouver une caractéristique de ces deux classes de végétaux; toutes deux ayant, d'une façon générale, des formes identiques, des appareils de reproduction semblables, etc.; et s'il est impossible de confondre un Basidiomycète avec une Floridée, par exemple, il n'en est pas ainsi lorsqu'on étudie les espèces inférieures. Le seul caractère qui paraît général est la présence de la chlorophylle dans les Algues, son absence dans les Champignons; mais si l'on adopte ce caractère distinctif et si on l'applique dans toute sa rigueur, on est obligé de séparer dans les Algues inférieures des formes très-affines et qui ne diffèrent de leurs parentes absolument que par cette particularité : et c'est précisément ce qui arrive pour les Bactéries.

(1) Histoire de la création, *trad.* par Letourneau. Paris, 1874.

En effet, dépourvues complètement de chlorophylle, les Bactéries ont des rapports nombreux de forme, de mouvements, etc., avec les Oscillariées, et suivant que l'un ou l'autre de ces caractères ont paru prépondérant, les Bactéries sont devenues des Algues ou des Champignons.

C'est ainsi que MM. Davaine, Rabenhorst, puis Cohn, frappés surtout par les ressemblances de forme, de mode de groupement et de multiplication, ont placé les Bactéries parmi les Algues ; M. Cohn insiste surtout sur les affinités des Bactéries filiformes avec les *Beggiatoa* et les *Leptothrix*, des *Micrococcus* et des *Bacterium* avec les Chroococcacées, des Bactéries en général avec les Phycochromacées ; il les avait d'abord placées au commencement de cette dernière série, mais nous verrons plus loin que, dans ses dernières publications, il les dissémine dans les Oscillariées et les Chroococcées.

MM. Robin, Nægeli, au contraire, insistent plutôt sur les affinités des Bactéries avec les levûres qui sont incontestablement des Champignons et les rapportent à cette classe.

M. Robin dit, en effet, expressément : « Tous les corpuscules décrits sous les noms de *Bacterium Termo*, *B. Punctum*, etc., *Zooglœa*, *Micrococcus*, et sous bien d'autres encore, sont des cellules végétales, des spores de Champignons, de plusieurs espèces distinctes certainement : spores ou corps reproducteurs de premier ordre, dérivant, soit les uns des autres par gemmation ou scission, soit du mycélium ; corps reproducteurs, en un mot, de l'ordre de ceux que M. Tulasne a rangés sous le nom de *conidies*, etc.(1). »

(1) Journal de l'anat., *l. c.*, p. 388.

De son côté, M. Næegeli établit, dans les *Champignons inférieurs qui produisent des décompositions*, trois groupes « très-naturels. »

1° Les *Mucorinées*, ou Champignons des moisissures ;

2° Les *Saccharomycètes* ou Champignons bourgeonnants des fermentations du vin, de la bière, etc. ;

3° Les *Schizomycètes* ou Champignons ferments des pourritures ; ce dernier groupe est formé par nos Bactéries (*Micrococcus*, *Bacterium*), etc. (1).

M. J. Sachs tranche la question en réunissant les Algues et les Champignons dans un seul groupe, les *Thallophytes*, dans lequel il établit deux séries exactement parallèles, l'une comprenant les formes à chlorophylle, l'autre les formes qui en sont dépourvues, et respectant dans le sens transversal les affinités morphologiques de ces organismes.

Comme cette classification est encore peu connue (2), nous croyons devoir en donner le tableau suivant :

THALLOPHYTES.

Formes à chlorophylle.	*Formes sans chlorophylle.*
Cl. 1. Protophytes :	
A. Cyanophycées (Oscillaires, etc.).	A'. Schizomycètes (Bactéries).
B. Palmellacées.	B'. Saccharomycètes (Ferments).
Cl. 2. Zygosporées :	
A. Volvocinées.	A'. Myxomycètes.
B. Conjuguées et Diatomées.	B'. Zygomycètes.

(1) Niederen Pilze... *trad. dans* Rev. internat. des sc., 1878, n° 1, p. 11.
(2) Sachs. Lehrbuch der Botanik, 4e Aufl., Leipzig, 1874.

Cl. 3. Oosporées :

A. Sphæropléées.
B. Cœloplastées. — Saprolégniées.
C. Œdogoniées. — Péronosporées.
D. Fucacées.

Cl. 4. Carposporées :

A. Coléochætées. — A'. Ascomycètes.
B. Floridées. — B'. Œcidiomycètes.
C. Characées. — C'. Basidiomycètes.

Nos préférences sont pour ce dernier mode de classement; mais obligé, dans la description des espèces, de suivre la classification de M. Cohn, la plus complète qui ait été donnée jusqu'à présent, nous serons forcé de l'abandonner momentanément.

§ 2. — *Classifications; caractères génériques et spécifiques.*

Les nombreuses classifications de Bactéries que nous avons déjà relevées à propos de l'historique montrent combien ont été variables les idées que les micrographes se sont faites de leur nature.

Avant d'exposer les plus récentes, celles parmi lesquelles nous aurons à choisir, il importe d'étudier les caractères sur lesquels on s'est appuyé pour grouper les Bactéries en genres et en espèces et quelle est la valeur de ces caractères.

1. *Caractères génériques et spécifiques.* On les a tirés de la dimension, de la forme, du mouvement et de l'évolution des Bactéries.

La *grandeur*, qui serait, d'après M. Cohn, le caractère distinctif *dominateur*, est souvent indéterminable, même en employant les grossissements les plus puissants. Du

reste pour un grand nombre de formes voisines, les différences de mensuration données comme distinctives sont si minimes, qu'elles ne peuvent servir dans la pratique : ainsi d'après Dujardin, le *Bacterium Termo* aurait 1,7 μ et le *B. Punctum* de 1,7 à 0,6 μ. Une autre difficulté se présente lorsqu'on examine des Bactéries formées de plusieurs articles ; faut-il se baser sur la longueur de l'article en particulier, ou bien sur la chaîne qui dépend du nombre des articles, nombre ordinairement variable ?

La *forme* des Bactéries, leur réunion en colonies, offrent aussi des différences qui ont été utilisées ; mais sont-elles sous la dépendance de différences vraiment spécifiques, ou proviennent-elles d'influences étrangères, de phases de développement d'un même organisme ? Même lorsqu'on s'en sert comme caractère distinctif d'espèce, la forme est parfois de peu de secours, puisque, si l'on s'en rapporte aux descriptions de Dujardin, le *Bacterium Termo* aurait un corps cylindrique renflé au milieu et le *B. Punctum* un corps ovoïde allongé.

Quant au *mouvement*, on a vu que des phénomènes de mobilité ou d'immobilité se présentent parfois dans la même espèce, suivant son âge ou les changements de milieux.

Reste le mode de développement, les phénomènes de reproduction par scissiparité ou par spores, seuls caractères pouvant servir à établir des genres naturels, mais qu'on n'a constaté malheureusement que pour un petit nombre de Bactéries, le *Bacillus anthracis*, par exemple.

Du reste, les genres des Bactéries ne peuvent avoir actuellement la même signification que chez les animaux ou les végétaux supérieurs ; on ne peut les établir

que d'après les caractères les plus saillants en réservant pour caractères des espèces les faibles modifications de ces formes génériques.

Y a-t-il des espèces distinctes, bien définies, dans les Bactéries?

Les micrographes ont émis à ce sujet les opinions les plus diverses.

Müller, Ehrenberg, Dujardin, M. Davaine ont admis la distinction spécifique des nombreux Vibrioniens qu'ils ont décrits. M. Davaine élève cependant quelques doutes sur la valeur absolue des espèces établies de son temps : « celles qui sont décrites aujourd'hui par les classificateurs, dit-il, doivent être considérées comme l'expression de types *sous lesquels se cachent* un certain nombre d'espèces distinctes. » (*Dict. encycl. l. c.*, p. 21.)

M. Cohn précise davantage l'impossibilité où nous sommes aujourd'hui de distinguer d'une manière sûre les genres et les espèces dans les Bactériens. Cependant il est convaincu que les Bactériens se divisent en espèces aussi distinctement que les autres plantes et autres organismes inférieurs ; ce n'est que l'imperfection de nos moyens d'observation qui rend cette reconnaissance actuellement impossible. Cela est surtout vrai, dit-il, des Spirilles, qui se distinguent non-seulement des Bactéries bacillaires proprement dites, mais qui présentent dans leurs espèces des différences aussi constantes que n'importe quelle espèce bien définie d'Algues ou d'Infusoires.

MM. Hallier, Hoffmann, Billroth, Robin, Nægeli, etc., considèrent les différentes formes de Bactériens d'une façon bien différente ; pour eux ce ne sont pas des

espèces autonomes, mais des phases de développement d'une ou plusieurs espèces.

Pour M. Hallier, nous verrons, à propos du polymorphisme des Bactéries, les singulières transformations qu'il aurait obtenues par leur culture.

Selon M. Billroth, les Bactéries appartiennent à une seule espèce de plantes, le *Coccobacteria septica*, à l'exception des *Spirillum* et des *Spirochæte* sur lesquels M. Billroth ne veut pas se prononcer ; cette manière de voir a été adoptée par un certain nombre de micrographes, surtout de pathologistes, tels que MM. A. Frisch, Tiegel, etc.

M. Ch. Robin admet aussi la relation génétique des *Micrococcus*, *Vibrio*, Bactéries et *Leptothrix*, mais en les considérant comme les phases évolutives distinctes et successives de plusieurs espèces : 1° corpuscules décrits sous le nom de *Bacterium Termo*, *Punctum*, etc., *Micrococcus* ; 2° filaments mycéliens, *Vibrio*, etc. ; 3° Bactéries, Bactéridies, Microbactéries, etc. ; 4° *Leptothrix* et formes plus avancées.

L'opinion de M. Nægeli offre beaucoup de rapports avec la précédente : « Autant je suis convaincu, dit-il, que les Schizomycètes ne peuvent pas être groupés d'après leur mode d'action comme levûres et leurs formes extérieures, et qu'on a distingué beaucoup trop d'espèces, autant il me paraît peu probable, d'un autre côté, que tous les Schizomycètes constituent une seule espèce naturelle. Je serais plutôt porté à supposer qu'il existe parmi eux un petit nombre d'espèces qui se rapportent peu aux genres et aux espèces admises aujourd'hui et dont chacune parcourt un cycle de formes déterminées mais assez nombreuses. Chacune des

espèces véritables de Schizomycètes ne se borne pas à se présenter sous les formes différentes de *Micrococcus*, *Bacterium*, *Vibrio* et *Spirillum*, mais peut encore se montrer comme agent d'acidification du lait, de putréfaction, et comme agent producteur de plusieurs maladies. » Cependant M. Nægeli reconnaît qu'il est nécessaire de distinguer ces formes, notamment celles des *Micrococcus*, *Vibrio*, *Bacterium* et *Spirillum*, sans toutefois perdre de vue que les êtres se rapportant à ces divisions ont une constitution très-peu constante, et passent constamment d'une forme à l'autre.

Enfin, d'autres savants tels que M. Pasteur, tenant moins compte des caractères de structure que des fonctions physiologiques, regardent comme une espèce particulière toute forme de Bactéries qui naît constamment dans un milieu déterminé ou qui cause un mode de fermentation tout spécial.

M. Nægeli oppose à cette manière de voir les objections suivantes : il a d'abord constaté la présence, dans une même décomposition, de plusieurs formes différentes de Schizomycètes ; d'un autre côté, dans des décompositions tout à fait différentes on peut observer des Schizomycètes entièrement semblables d'après leur forme extérieure; enfin on peut changer le mode d'action d'un Schizomycète en lui faisant subir certain traitement. On voit qu'il est actuellement difficile de se faire une opinion sur la valeur de ces *espèces purement physiologiques*.

En résumé, les caractères dont on peut se servir pour établir des genres et des espèces dans le groupe des Bactéries sont en petit nombre et de valeur bien inégale; les uns, caractères de forme, de dimension, de mouve-

ment, etc., sont souvent difficiles à déterminer ou bien n'ont qu'une valeur relative; les autres, caractères tirés du développement et de la reproduction, ne sont connus que dans trop peu d'espèces pour qu'on songe à les faire servir à la classification.

On ne sera donc pas étonné de ne trouver aucune classification naturelle des Bactéries et qu'il soit impossible aux naturalistes actuels d'en donner une. Toutes celles qu'on peut établir sont provisoires, n'étant basées que sur la morphologie des organismes : à l'exemple de tous les botanistes nous nous servirons d'une classification analogue, mais sans vouloir préjuger en rien de la parenté généalogique des divers organismes que nous considérons comme genres et espèces distincts.

2° *Classification et description des genres et espèces des Bactéries.*

Nous avons vu, dans l'historique, à propos des classifications qui ont été données des Bactéries, qu'en 1872, M. Cohn, reconnaissant les rapports nombreux, absence de chlorophylle, mode de nutrition, etc., qui font de ces organismes une famille naturelle, les avait divisés en quatre tribus :

1° Les *Sphérobactéries* ou B. globulaires;
2° Les *Microbactéries* ou B. en batonnets courts ;
3° Les *Desmobactéries* ou B. en filaments droits;
4° Les *Spirobactéries* ou B. à filaments contournés.

Dans les *Sphérobactéries*, M. Cohn n'adoptait qu'un genre, le g. *Micrococcus*, dont les espèces sont divisées en trois séries : les M. pigmentaires ou chromogènes, les

M. des fermentations ou zymogènes et les M. des affections contagieuses ou pathogènes.

Les *Microbactéries* ne renfermaient que le g. *Bacterium* avec deux espèces, les *B. Termo* Duj., et *B. Lineola* Cohn.

Les *Desmobactéries* comprenaient les g. *Bacillus* et *Vibrio ;* le premier, établi par M. Cohn pour les filaments rectilignes, se composait du *B. subtilis* Cohn (avec le *B. anthracis* comme variété) et le *B. Ulna* Cohn; le second, caractérisé par ses filaments ondulés, était réduit aux *V. Rugula* et *Serpens* Auct.

Enfin, les filaments spiralés des *Spirobactéries* caractérisaient les gr. *Spirillum* et *Spirochæte*, qu'on pourrait réunir en un seul genre, comprenant quatre espèces : *Sp. plicatile*, *tenue*, *Undula* et *volutans.*

Depuis lors, M. Cohn, frappé surtout des affinités que présente chacun des genres précédents avec plusieurs genres d'Oscillariées et de Chroococées, dont les Bactéries ne diffèrent que par l'absence de chlorophylle, a établi une classe de *Schizophytes* qui comprend tous les organismes inférieurs végétaux, pourvus ou non de chlorophylle, se multipliant par scissiparité.

En voici le tableau complet :

Classification des Schizophytes de M. Cohn.

TRIBU I. — GLOEOGÈNES.

Cellules libres ou réunies en familles glaireuses par une substance intercellulaire.

A. Cellules libres ou réunies par 2 ou par 4 :
Cellules sphériques. . . . . . . **Chroococcus** Naeg.
Cellules cylindriques. . . . . **Synechococcus** Naeg.
B. Cellules réunies en familles glaireuses, amorphes à l'état de repos :
a. Membrane cellulaire confondue avec la substance intercellulaire :
1° Cellules exemptes de phycochrômes, très-petites :
Cellules sphériques. . . . . . **Micrococcus** Hallier, *em.*
Cellules cylindriques. . . . . **Bacterium** Duj.
2° Cellules à phycochrôme, plus grandes :
Cellules sphériques. . . . . . **Aphanocapsa** Naeg.
Cellules cylindriques. . . . . **Aphanothece** Naeg.
b. Substance intercellulaire formée de membranes cellulaires emboîtées les unes dans les autres :
Cellules sphériques. . . . . . **Glœocapsa** Kg.
Cellules cylindriques. . . . . **Glœothece** Naeg.
C. Cellules réunies en familles glaireuses, à forme définie :
a. Familles à une seule couche de cellules disposées en plaques :
1° Cellules à disposition quaternaire formant une surf. plane. **Merismopedia** Meyen.
2° Cellules sans arrangement régulier formant une surface courbe :
Cellules sphériques, familles

à rupture réticulée. . . . . **Clathrocystis** Henfr.
Cellules cylindriques, cunéiformes, familles divisées par étranglement. . . . . . **Cœlosphærium** Naeg.

b. Familles à plusieurs couches de cellules, réunies en corpuscules sphéroïdes :

1° Nombre déterminé de cellules :
Cellules sphériques, incolores, à arrangement quaternaire. . . . . **Sarcina** Goods.
Cellules cylindriques, cunéiformes, à phycochrôme, sans arrang. régulier.. . . **Gomphosphæria** Kg.

2° Nombre indéterminé et très-grand de cellules :
Cellules incolores, très-petites. . . . . **Ascococcus** Billr., *em.*
Cellules colorées par du phycochrôme et plus grandes { **Polycystis** Kg. / **Coccochloris** Spr. / **Polycoccus** Kg. }

TRIBU II. — NÉMATOGÈNES.

Cellules disposées en filaments.

A. Fils non ramifiés.

a. Filaments libres ou feutrés.

1° Fils cylindriques, incolores, à articulations peu nettes.
Fils très-minces, courts. . . **Bacillus** Cohn.
Fils très-fins, longs. . . . . . **Leptothrix** Kg., *em.*
Fils plus gros, longs. . . . . **Beggiatoa** Trev.

2° Fils cylindriques à phycochrôme, articles nets sans cell. reproduct. { **Hypheothrix** Kg. / **Oscillaria** Bosc. }

3° Fils cylindriques, articulés, à conidies.
Fils incolores. . . . . **Crenothri·** Cohn.
Fils à phycochrôme. . . . . . **Chamæsiphon.**

4° Fils spiralés	
sans phycochrôme :	
Fils courts, légèr. sinueux.	**Vibrio** Ehr., *em.*
Fils courts, spiralés, rigides.	**Spirillum** Ehr.
Fils longs, spiralés, flexibles	**Spirochæte** Ehr.
avec phycochrôme :	
Fils longs, spiralés, flexibles.	**Spirulina** Link.
5° Filament en chapelet.	
Fil. sans phycochrôme	**Streptococcus** Billr.
Fil. avec phycochrôme . . .	**Anabaena** Bory. **Spermosira** Kg.
6° Filament flagelliforme, aminci.	**Mastigothrix**, etc.
b. Filaments réunis en familles glaireuses par une substance intercellulaire.	
1° Fil. cylindriques, incolores. . . .	**Myconostoc** Cohn *n. g.*
2° Fil. cylindriques, à phycochrôme.	**Chthonoblastus.** **Limnoclide** Kg.
3° Fil. en chapelet.	**Nostoc** etc
4° Fil. flagelliformes, amincis. . . .	**Rivularia** etc.
B. Filament à fausse ramification :	
1° Fil. cylindriques, incolores. . . .	**Cladothrix** Cohn *n. g.* **Streptothrix** Cohn *n. g.*
2° Fil. cylindriques, à phycochrôme.	**Calothrix** Ag. **Scytonema** Ag.
3° Fil. en chapelet	**Merizomyria** Kg.
4° Fil. flagelliformes amincis vers l'extrémité.	**Schizosiphon** Kg. **Geocyclus** Kg., etc.

L'inspection de ce tableau fait voir que chacun des genres de l'ancien groupe des Bactériens a été placé à côté des genres d'Oscillariées, dont il se rapproche par son organisation, les *Micrococcus* et les *Bacterium* à côté des *Aphanothece* et des *Aphanocapsa*,, les *Bacillus* à côté des *Leptothrix* et des *Beggiatoa*, les Vibrions, les *Spirillum* à côté des *Spirulina*.

Ces affinités sont indéniables et les avantages d'une telle classification manifestes ; mais dans un travail

comme celui-ci nous ne pouvons songer à l'employer; nous conserverons donc dans un groupe distinct les Schizophytes dépourvus de chlorophylle; ils peuvent du reste être répartis dans les quatre divisions primitives de M. Cohn, sauf les Sarcines, *Ascococcus*, *Crenothrix*, etc., et les autres genres créés récemment par ce botaniste.

Ainsi nous décrirons successivement :

1° Les *Sphérobactéries* de Cohn, et à côté d'elles les diverses *Monas* étudiées récemment, les *Micrococcus* signalés par Hallier dans quelques maladies infectieuses ;

2° Les *Microbactéries* ;

3° Les *Desmobactéries*, en y comprenant les *Bacillus*, *Leptothrix*, *Beggiatoa* et *Crenothrix* ;

4° Les *Spirobactéries*, renfermant les trois genres : *Vibrio*, *Spirillum* et *Spirochæte* ;

5° Enfin, nous terminerons en donnant quelques indications sur les *Merismopedia*, *Sarcina*, *Ascococcus*, *Streptococcus*, *Myconostoc*, *Cladothrix* et *Streptothrix*.

1° SPHÉROBACTÉRIES Cohn.

Les Bactéries globulaires sont caractérisées par leur forme arrondie ou ovale, leur petite dimension souvent inférieure à 1 μ ; elles sont ordinairement isolées, souvent par paire (*Diplococcus*), quelquefois en chaîne de plusieurs articles (*Streptococcus*) = les *Torula* de Cohn, les *Mycothrix* de Hallier et Itzigsohn ; elles prennent encore la forme de *Zooglœa*, lorsqu'elles sont jeunes et en voie de multiplication active, et celle de *Mycoderme*, lorsqu'elles se rassemblent à la surface des liquides. Pas

de mouvement spontané, mais une simple trépidation moléculaire.

Fonctions : « Les B. globulaires sont des ferments, n'amenant pas la putréfaction, mais des substitutions d'un autre genre » (Cohn).

Obs. D'après les faits observés par Koch, Cohn, Pasteur, Toussaint, sur le développement de certaines Bactéries, il est fort probable que quelques-unes au moins des Sphérobactéries sont des spores de *Bacillus* ou d'autres Bactériens; du moins les *Micrococcus* et ces spores sont identiques de forme et d'aspect.

Les Sphérobactéries ne renferment que le genre *Micrococcus*.

g. **Micrococcus** Cohn (Hallier *emend.* — *Microsphæra* Cohn *ante.*)

Cellules incolores ou à peine colorées, très-petites, globulaires ou ovales, formant par section tranversale des fils à deux ou plusieurs articles, en forme de chapelet, ou réunies en familles cellulaires nombreuses ou en masses gélatineuses, toutes privées de mouvement.

Les espèces se divisent en trois groupes physiologiques :

a. M. chromogènes;
b. M. zymogènes;
c. M. pathogènes.

SECTION (A) : MICROCOCCUS CHROMOGÈNES

Les Bactéries pigmentaires végètent à l'état de *Zooglœa* à a surface des substances nourricières; elles ont toutes une réaction alcaline ; toutes sont

avides d'oxygène; leurs caractères morphologiques sont identiques, et on ne peut les distinguer que par leurs propriétés colorantes diverses.

Pour M. Cohn, ce sont bien de véritables espèces, car : 1° leurs pigments offrent la plus grande diversité sous le rapport de l'action chimique et de l'analyse spectroscopique, etc.; 2° chaque espèce cultivée dans les milieux les plus divers produit toujours la même matière colorante.

On les divise en deux catégories suivant que le pigment est soluble ou non dans l'eau.

1. *Matière colorante insoluble.*

M. prodigiosus Cohn (*Monas prodigiosa* Ehrb.; — *Palmella prodigiosa* Mont.; — *Bacteridium prodigiosum* Schrœter.)

Masse gélatineuse *rouge*, rose carmin, se développant sur les subtances alimentaires cuites, placées dans l'air humide, jamais avant la cuisson. — On l'a observé aussi dans le *Lait rouge*, attribué à tort à des lésions des mamelles, etc. (Cohn).

M. luteus Cohn (*Bacteridium luteum* Schrœter).

Masse gélatineuse *jaune* étudiée par Schrœter et Cohn sur des pommes de terre.

2. *Matière colorante soluble.*

M. aurantiacus Cohn (*Bacteridium aurantiacum* Schrœter).

Gouttelettes ou taches plus ou moins étendues, *jaune d'or*, cultivées par Schrœter sur des tranches de pommes de terre cuites, par Cohn sur du blanc d'œuf durci.

M. chlorinus Cohn.

Pigment glaireux *jaune-verdâtre* obtenu sur du blanc d'œuf durci; ne rougit pas, mais se décolore, par les acides.

M. cyaneus Cohn (*Bacteridium cyaneum* Schrœter).

Pigment *bleu foncé* observé par Schrœter sur des pommes de terre cuites et cultivé par Cohn dans des solutions nourricières. Cette matière colorante, rougissant par les acides et revenant au bleu par les alcalins, est tout à fait semblable à celle qui se forme dans les macérations de Lichens, en présence de l'ammoniaque.

M. violaceus Cohn (*Bacteridium violaceum* Schrœter).

Masses ou taches glaireuses, *violet-bleuâtre*, formées de corpuscules elliptiques plus grands que ceux du *M. prodigiosus*, observées d'abord par le Dr Schneider, puis par Schrœter sur des pommes de terre cuites.

Plus tard M. Cohn a décrit les deux nouvelles espèces suivantes (1876), qui doivent rentrer dans ce groupe.

M. candidus Cohn.

Taches et points *blancs* comme la neige observés sur des tranches de pommes de terre cuites.

M. fulvus Cohn.

Gouttelettes couleur de rouille, à cellules globuleuses ou réunies par paires dans une substance intercellulaire tenace, de 1,5 μ de diamètre, observées par Eidam, puis Kirchner sur le crotin de cheval.

C'est aussi au g. *Micrococcus* qu'il faut rapporter les petites Bactéries arrondies, douées de mouvement, trouvées par Eberth dans les *sueurs bleues*, *jaunes*, *rouges*, et par Chalvet dans le pus des bords de certaines plaies, mais qu'il ne faut pas confondre avec la coloration bleue du pus produite par un *Bacterium*.

SECTION (B) : MICROCOCCUS ZYMOGÈNES

Bactéries globulaires produisant des fermentations de diverse nature.

M. Crepusculum Cohn (*Monas Crepusculum* Ehrb).

Cellules globulaires, incolores, se développant dans toutes les infusions de matières végétales et animales en décomposition.

M. Ureæ Cohn.

Cellules ovales, ou isolées, de 1,5 μ (Pasteur), de 1,2 à 2 μ (Cohn) de diamètre, ou réunies par 2, 4, jusqu'à 8 (*Torula*), en ligne droite, courbe, en zigzag, ou même en croix. Dans l'urine, dont il transformerait l'urée en carbonate d'ammoniaque (Pasteur).

Un *Torula*, qui paraît identique au *Micrococcus* précédent, produirait la décomposition de l'acide hippurique en acide benzoïque et glycollamine (Van Tieghem).

M. du vin filant, etc.

Cellules globuleuses de 2 μ de diamètre, en chapelet, dans le *vin filant*; peut-être identique au précédent (Pasteur).

Une Torulacée tout à fait semblable se trouve

dans certaines fermentations du tartrate d'ammoniaque et de la levûre de bière, avec ou sans addition de carbonate de potasse (Pasteur).

SECTION (C) : MICROCOCCUS PATHOGÈNES

Bactéries globulaires trouvées dans les affections de nature contagieuse.

M. Vaccinæ Cohn (*Microsphæra Vaccinæ* Cohn).

Micrococcus, très-petits, = à peine 0,5 μ, isolés, ou réunis 2 par 2 dans le *vaccin* récent et dans le pus des pustules *varioliques*; par la culture on obtient des chapelets de 2-8 cellules, puis des amas contenant 16-32 cellules de 10 μ et plus de diamètre.

Les M. du vaccin et de la variole sont identiques et Cohn les regarde comme des races différentes de la même espèce.

M. diphtheriticus Cohn.

Cellules granuleuses, ovoïdes, mesurant de 0,35 à 1,1 μ, isolées ou plus souvent réunies 2 à 2, ou en chapelet de 4 à 6 cellules ; quelquefois se multiplient en colonies et se répandent dans tous les tissus malades, les décomposent et les détruisent (Œrtel).

M. septicus Cohn (*Microsporon septicus* Klebs).

Petites cellules arrondies, de 0,5 μ; immobiles et serrées en amas ou réunies en chapelet dans la sécrétion des plaies chez les *septicémiques* (Klebs); en *Zooglœa* dans les callosités ulcéreuses, en cellules isolées, réunies 2 par 2, ou en chapelet dans le

sérum de la *fièvre puerpérale* épidémique (Waldeyer); dans tous les tissus, vaisseaux, etc., chez les pyohémiques et les septicémiques.

M. Bombycis Cohn (*Microzyma Bombycis* Béchamp).

Cellules, de 1 μ, ordinairement réunies par 2, 3, 4, 5 et plus en chapelet dans l'intestin des vers à soie malades de la *flacherie*.

Dans un travail plus récent, Cohn (*Beitræge*, 1875, p. 201), leur donne une forme ovale, 0,5 μ au plus.

Hallier a signalé beaucoup d'autres *Micrococcus* dans diverses affections contagieuses ou virulentes; nous ne ferons que les indiquer sommairement (1) :

M. de la variole des animaux. Hallier.

Petits M. doués d'un vif mouvement, munis d'un appendice caudal très délicat, quelquefois réunis en forme de petits batonnets allongés, trouvés dans les pustules spontanées ou inoculées, dans les canaux lymphatiques et les ganglions des animaux atteints de variole.

M. de la rougeole. Hallier.

Très-petits M. incolores, souvent à prolongement caudal, dans les crachats et le sang des malades.

M. de la scarlatine. Hallier.

M. libres ou en colonies, soit à la surface, soit

(1) « Il est assez vraisemblable que Hallier comprend en partie, sous le nom de Micrococcus, les mêmes organismes que j'appelle Bactéries globulaires; aussi la doctrine de Hallier sur les Micrococcus, ainsi que Hoffmann et de Bary l'ont déjà fait remarquer, est-elle tellement parsemée d'assertions inexactes et d'hypothèses peu probables, qu'il est impossible de rien conclure des faits qu'il a observés. » (Cohn, *Beit.* II, p. 148).

dans l'intérieur des globules sanguins, soit en chaînettes.

M. de la diarrhée épidémique. Hallier.

M. dans matières intestinales avec vibrions, cellules et monades (?)

M. du typhus exanthématique. Hallier.

M. relativement gros, bruns, doués d'un mouvement rapide, quelquefois en chaîne (*Mycothrix*), dans le sang.

M. du typhus intestinal. Hallier.

M. très-petits, en repos, dans le sang; M. ronds, plus gros, doués de vifs mouvements, munis d'appendices contractiles, dans les déjections.

Dans la *Diarrhée cholérique*, on trouve des M. analogues, mais en moins grand nombre.

M. de la morve. Ziirn.

Cellules libres ou appliquées aux globules sanguins, ou même pénétrant dans leur intérieur, quelquefois en chaîne de *Mycothrix*, dans le sang; M. très-nombreux, en chaînettes, doués de mouvements rapides, dans les ganglions lymphatiques, le mucus des sinus frontaux, les ulcères chancreux.

M. de la syphilis. Hallier.

M. nombreux, incolores, libres, ou en globules, dans la gonorrhée, l'ulcère primitif et le sang des sujets atteints de syphilis constitutionnelle.

Monades.

A côté des Sphérobactéries, se placent les Monades, non pas les organismes décrits sous ce nom par les an-

ciens micrographes, comprenant des microphytes, des spores, des animaux infusoires, mais les *Monas* tels que l'entendent les botanistes actuels. Ainsi limitées, les Monades renferment encore, en outre des microphytes voisins des Sphérobactéries et en différant par leurs dimensions plus considérables, des organismes à affinités douteuses.

De plus, de même que pour les *Micrococcus*, il est fort probable que les Monades ne sont que des formes, des spores, de Bactéries plus élevées. En effet, M. Cohn rapproche le *Monas vinosa* d'Ehrenberg du *Clathrocystis roseopersicina* Cohn (*Bacterium rubescens* Ray-Lank.) en le considérant comme une spore de ce dernier.

Monas vinosa Ehrb. (Cohn, pl. VI, fig. 13. — Warm., p. 347, pl. VIII, fig. 3, 4, 5).

Cell. sphériques, ovales, régulières, de 2,5 μ, souvent réunies 2 à 2, formées d'une substance rose à granules plus foncés, à mouvements spontanés.

Hab. Eaux renfermant des matières végétales en décomposition (Ehrenb. 1838, Ch. Morren 1841, Perty 1852, Cohn 1875).

Obs. — Pour M. Cohn, ce seraient les cellules errantes du *Clathrocystis roseopersicina*.

M. Okenii Ehrb. (Cohn, II, p. 164, pl. VI, fig. 12. — Warming, pl. VII, fig. 1, 2).

Cell. cylindriques, longues de 7 à 15 μ en moyenne (Cohn), de 10 μ (Ehrenberg), quelquefois de 60 à 80 μ (Warming), sur 5 μ de diamètre, d'un beau rouge, à mouvement rapide en toupie, avec un cil à l'extrémité postérieure ou deux cils aux deux extrémités.

Hab. Eaux stagnantes (Ehrb. 1836, Eichwald, Weiss, Cohn, etc.).

M. Warmingii Cohn, II, n° 10, pl. VI, fig. 11.

Cell. roses, cylindriques, contenant à ses deux extrémités arrondies des granules rouge-foncé ; long. = 15-20 μ, larg. = 8 μ; à mouvement indécis ; un cil vibratile.

Hab. Eaux saumâtres des côtes de la Norwége (Warming).

M. gracilis Warming, p. 331, pl. VII, fig. 5).

Cell. droites, cylindriques, roses, arrondies aux deux extrémités; long. = 60 μ, épaiss. = 2 μ; mouvements lents.

Hab. Eaux douces.

Cf. *M. erubescens* Ehrb. à cell. ovales, rouges, de 14 μ de longueur, habitant les eaux salées.

Non cf. *Monas Dunalii* Joly (*Hæmatococcus salinus* Dunal), des eaux des marais salants de la Méditerranée qu'ils colorent en rouge : ce sont les cellules vagabondes du *Chlamydococcus Dunalii* Cohn.

Obs. — M. Warming pense que les *M. vinosa* Ehrb., *M. erubescens* Ehrb., *M. Warmingii* Cohn, *Rhabdomonas rosea* Cohn, appartiennent à une seule et même espèce qu'il appelle *Bacterium sulfuratum* (p. 332, pl. VIII, fig. 6.)

Rhabdomonas rosea Cohn, II, 9, pl. VI, fig. 14.

Cell. rose-pâle, isolées, fusiformes, 8 fois plus longues que larges, ayant 20-30 μ de long. sur 3,8 à 5 μ de largeur; à mouvement oscillatoire lent, à substance rose contenant de nombreux grains foncés et des vacuoles.

Hab. Eaux stagnantes.

Ophidomonas sanguinea Ehrb., Warm., p. 326, pl. VII, fig. 8.

Cell. rose-pâle, en spirale, rigides, très-mobiles; épaiss. = 3 μ; deux tours de spires distants de 9-12 μ.

Hab. Eaux saumâtres du Danemark (Warming).

— L'*O. jenensis* Ehrb. doit lui être réuni.

Spiromonas Cohnii Warming, p. 370, pl. VII, fig, 4.

Cell. spiralées, aplaties, à 1 tour 1/2; diam. = 1,2 à 3,5μ; larg. = 1,2 à 4 μ; haut. = 90-20 μ.

Hab. Côtes du Danemark.

2° Microbactéries Cohn.

Bactéries en batonnets, à cellules cylindriques, *courtes*, douées de mouvements spontanés.

Un seul genre : Les *Bacterium*.

g. Bacterium Duj. *emend.*

Cellules cylindriques ou elliptiques, libres ou réunies 2 par 2 pendant leur sectionnement, rarement par 4, jamais en chaînettes (*Leptothrix* ou *Torula*), quelquefois en *Zooglœa*, (différents des Z. des B. globulaires par une substance intercellulaire plus abondante et plus ferme), à mouvements spontanés, oscillatoires, très-vifs surtout dans les milieux riches en matières alimentaires et en présence de l'oxygène.

On pourrait, comme pour les Sphérobactéries, diviser les B. bacillaires en 3 groupes : 1° Bact. des putréfactions : *B. Termo*, *B. Lineola* et leurs formes; 2° B. des fermentations lactique, acétique, etc.; 3° B. chromogènes : B. du lait et du pus colorés.

B. Termo Ehrb. 1830, Duj. (*Vibrio Lineola* Ehrb. *ex p.* 1838; *Monas Termo* Müller).

Cell. cylindriques, un peu renflées au milieu, isolées, quelquefois réunies 2 par 2, 2 à 5 fois aussi longues que larges; long. = 2 à 3 μ; épais. = 0,6 à 1,8 μ; mouvement oscillatoire.

Apparaît au bout de très-peu de temps dans toutes les infusions de matières animales ou végétales, se multiplie avec rapidité en nombreux *Zooglœa*, puis disparaît à mesure que d'autres espèces auxquelles il sert de nourriture viennent à se développer. D'après des observations récentes, cette Bactérie serait munie de *cils* (Dallinger, Drysdale, Warming); ce dernier l'aurait aussi trouvée à l'état de *Torula*. (Voy. pl. VIII, fig. 12, 17, 21, 23).

Le *B. Termo* est le véritable agent, la cause première de la putréfaction; c'est le vrai ferment *saprogène* (Cohn).

— M. Warming a décrit récemment 2 formes voisines :

B. griseum, à cellules plus fortes, plus arrondies : long. = 2,5 à 4 μ; épaiss. = 1,8 à 2,5 μ; dans les infusions d'eaux douces et d'eaux salées.

B. littoreum, à cellules ellipsoïdes ou allongées, doucement arrondies : long. = 2 à 6 μ; épaiss. = 1,2 à 2,4 μ. Côtes du Danemark.

B. Lineola Cohn, II, pl. III, fig. 2. (*Vibrio Lineola* Ehrb. *ex p.*, Duj., Müller, *V. tremulans* Ehrb., *Bacterium triloculare* Ehrb.).

Cellules cylindriques, droites, rarement un peu tordues, plus grandes que les cellules du *B. Termo*, isolées ou reliées 2 par 2, quelquefois par 4, jamais plus ; long. = 3,8 à 5,25 μ; largeur atteint 1,25 μ; mouvements analogues à ceux du *B. Termo*, mais un peu plus vifs.

Se trouve dans diverses infusions végétales ou animales d'eau douce et d'eau de mer, prend souvent la forme de *Zooglœa* contenant des batonnets immobiles dans leur substance muqueuse ; M. Warming l'a rencontré sous la forme de chaînettes composées de 8 à 10 cellules (*Torula*) ; son plasma est ponctué de grains foncés.

On ignore si le *B. Lineola* constitue un ferment spécifique (Cohn).

— Le *B. fusiforme* Warming, pl. VIII, fig. 8, 24, diffère du précédent par la forme de son corps atténué aux deux extrémités ; long. = 2 à 5 μ ; larg. = 0,5 à 0,8 μ ; plasma non-ponctué.

A côté de ces espèces bien étudiées, on peut placer les suivantes qui demandent de nouvelles recherches.

B. Punctum Ehrb.

Bâtonnets ovoïdes, allongés, incolores, à mouvements lents, oscillants, souvent assemblés par deux ; long. = 5,2 μ ; épais. = 1,7 μ. — Diverses infusions de substances animales.

B. Catenula Duj.

Corps filiformes, cylindriques, souvent assemblés par 3, 4, 5 ; long. = 3 à 4 μ ; épais. = 0,4 à 0,5 μ. Dans les infusions fétides, la fièvre typhoïde (Coze et Feltz).

Vibrion lactique (Pasteur).

« Articles presque globuleux, très-courts, un peu renflés aux extrémités : longueur d'un article = 1,6 μ ; d'une série = 50 μ. »

Ce V. paraît se rapporter aux *B. Catenula* ou *Termo* ; il se développe, d'après M. Pasteur, dans les

liquides sucrés où il détermine la formation de l'acide lactique et la coagulation du caséum du lait. Mais d'après d'autres recherches, la caséification aurait lieu sous l'influence d'un ferment soluble (zymase) et non d'un ferment organisé.

Ferment acétique (*Mycoderma aceti* Pasteur, *Ulvina aceti* Ktg).

« Articles courts, étranglés, 2 à 3 fois plus longs que larges, long. = 1,5 μ, souvent réunis en longues chaînettes formant des pellicules à la surface du liquide. »

Cette espèce est aussi très-voisine des précédentes ; il ne faut pas la confondre avec le *Mycoderma vini*, qui peut se développer dans les mêmes milieux mais qui est un Champignon du groupe des Saccharomycètes.

La Fermentation acide de la bière paraît due à une forme de *Bacterium* répondant au *B. Termo* (Cohn), mais un peu plus grande que le type. M. Cohn y a trouvé, en effet, en outre de *Saccharomyces* ovales, des Bactéries elliptiques, mobiles, souvent réunies par 2, rarement par 4, etc.

Vibrion tartrique droit (Pasteur).

Bactérie semblable au ferment lactique, à articles globuleux, courts, de 1 μ, réunis en chaînes de 50 μ environ.

Décomposerait l'acide racémique en faisant disparaître l'acide tartrique droit et mettant en liberté l'acide tartrique gauche.

Microbactéries chromogènes.

B. xanthinum Schrœter (*Vibrio synxanthus* Ehrb.).

« Corps cylindrique, peu flexueux, formé de corpus-

cules dépassant rarement le nombre de 5 ; longueur d'un article = 0,7 à 1 μ.

Dans le lait de vache altéré, auquel il donne une coloration jaune. »

B. syncyanum Schrœter (*Vibrio syncyanus* Ehrb.).

Ce B. qui a les mêmes caractères que le précédent a été observé dans le lait de vache aigri, auquel il donne une coloration bleue.

B. æruginosum Schrœter.

Dans le pus bleu verdâtre.

Ces B. chromogènes ressemblent tout à fait au vibrion lactique, *B. Termo* ou *Catenula* ; d'après M. Robin, les laits colorés contiendraient des Vibrions incolores et la coloration serait due à une Algue voisine des *Leptomitus*.

B. brunneum Schrœter.

Bâtonnets dans matière colorante brune des infusions corrompues de maïs.

A la suite des Microbactéries colorées, je place deux espèces de *Bacterium* décrites dernièrement par MM. Ray-Lankester et Warming.

B. rubescens Ray Lank. 1873.

Sous ce nom M. Ray-Lankester a décrit des phases de développement du *Clathrocystis roseo-persicina* de Cohn. Or, M. Cohn tend à regarder le *Monas vinosa* Ehrb., comme les cellules errantes du *Clathrocystis*. D'un autre côté, M. Warming a décrit son :

B. sulfuratum Warming, 1876, en lui donnant pour synonymes : *Monas vinosa* Ehrb., *M. erubescens* Ehrb., *M. Warmingii* Cohn, *Rhabdomonas rosea* Cohn ; il s'ensuit donc que les *Monas* que nous avons décrites avec les Sphérobactéries, doivent se rapporter à un *Bacterium*

appelé *sulfuratum* par M. Warming, mais qui serait aussi identique au *B. rubescens* de M. Ray-Lankester.

(Voy. Ray-Lankester : *On the Peach-coloured Bacterium* in *Quat. Journ. of micr. sc.*, 1873, t. XIII, p. 408 et *Quat. Journ...* 1876, t. XVI, p. 27. — Cohn : *Beitræge*, 1875, t. I, Hft 4, p. 162-168. — Warming : *Om nogle ved Danmarks...* in *Vidensk Medd. f. d. naturh. Foren. i Kjöbenhavn*, 1875, p. 332-354 et pp. 5-10 du Résumé français.)

3° Desmobactéries.

Bactéries filiformes, composées d'articles cylindriques. allongés, isolés ou en chaînettes plus ou moins étendues, par suite d'un sectionnement transversal; sous cette forme, elles correspondent aux *Leptothrix* Auct. (différant des *Torula* en ce que les filaments ne sont pas étranglés au niveau des articulations), filaments réunis quelquefois en essaims, jamais en *Zooglœa*; les mouvements et l'état de repos alternent et sont sous la dépendance de la présence ou de l'absence de l'oxygène, de la réaction des milieux et d'autres conditions encore inconnues; quelques formes ne présentent jamais de mouvement. — *Bactéridie* de Davaine (Cohn).

Nous ne conserverons dans les Desmobactéries que le genre *Bacillus* Cohn; les Vibrions devant plutôt être rapprochés des *Spirillum* à cause de leur filament ondulé. Cependant, après l'exposition des différentes espèces de *Bacillus*, nous dirons quelques mots de trois genres d'Oscillatoriées incolores qui s'en rapprochent beaucoup : les *Leptothrix*, les *Beggiatoa* et les *Crenothrix*.

1° Fil. à articulations peu nettes.
- Fil. très-minces, courts . . . . . *Bacillus*.
- Fil. très-minces, longs . . . . . . *Leptothrix*.
- Fil. épais, larges . . . . *Beggiatoa*.

2° Fil. articulés distinctement . . . . . . *Crenothrix*.

g. Bacillus Cohn.

Les *Bacillus* sont caractérisés par des filaments minces, droits, courts ou d'une longueur moyenne, roides ou flexibles, doués ou non de mouvement.

Une espèce est chromogène : c'est le *B. ruber* de M. Cohn ; enfin c'est à ce genre qu'on doit rapporter les *Amylobacter* de M. Trécul.

B. subtilis Cohn (*Vibrio subtilis* Ehrb., *Ferment butyrique* Pasteur).

Filaments très-minces et allongés, formés ou d'une seule cellule ayant habituellement 6 μ de longueur, ou de deux articles dont la longueur totale est alors de 12 μ, ou de 3 (long. = 16 μ), ou d'un plus grand nombre (pouvant aller jusqu'à 20 et la longueur totale à 40, 60 et 130 μ) ; épaisseur non mesurable; mouvements de flexion active et passive très-nets, de translation en avant et en arrière ; reproduction par scissiparité et par *spores* globulaires ou ovales se développant dans l'intérieur des articles (Cohn).

Se trouve dans les eaux stagnantes.

Joue un grand rôle dans la fermentation butyrique (Pasteur) : ce B. existe dans la présure, peut supporter une température de 105° et vivre dans un milieu dépourvu d'oxygène libre; il y prend une forme *céphalée*, contenant des *spores persistantes* qui, mises en liberté, vont donner naissance à d'autres bâtonnets de *Bacillus* (Cohn).

B. anthracis Cohn (*Bactéridie charbonneuse* Davaine).

Espèce très-voisine de la précédente, généralement plus longue et toujours immobile ; long. = 4 à 12 et même 50 μ : épaisseur à peine appréciable = 0,8 à 1 μ (Bollinger).

Le *B. anthracis* se développe dans les affections charbonneuses chez l'homme (pustule maligne), le mouton (sang de rate), le bœuf (maladie de sang), le cheval (fièvre charbonneuse), le lapin, le cobaye, le rat, etc., jamais chez le chien, le chat, les oiseaux et les animaux à sang froid; on le trouve surtout dans les vaisseaux capillaires.

Cultivée dans d'autres milieux, tel que l'humeur aqueuse de l'œil du bœuf, la Bactérie charbonneuse développe dans l'intérieur de son filament des sporules qui peuvent germer et reproduire les bâtonnets (Koch).

D'après des observations récentes et inédites, en cultivant le *B. anthracis* dans le sang du chien, on a obtenu le développement de véritables *sporanges* contenant 3 à 6 spores (Toussaint *in litt.*).

B. Amylobacter Van Tieghem (*Amylobacter*, *Urocephalum* et *Clostridium* Trécul.)

B. se présentant comme les précédents sous diverses formes : en filaments cylindriques, articulés, de 6,6 à 26 μ de longueur, sur 1,1 μ de largeur; ou en forme de *têtard* avec une spore dans le renflement terminal, de *fuseau* avec une spore dans son milieu. Ne diffère en somme du *B. subtilis* que par l'apparition de l'amidon dans son protoplasme à la fin de la période de multiplication. Ces B. sont parfois doués de mouvement (Nylander).

Il se développe dans les tissus végétaux qui tombent en putréfaction, spontanément suivant M. Trécul, ou introduit du dehors par un mécanisme encore inconnu. Ce serait l'agent essentiel de la putréfaction végétale (Van Tieghem : *Bull. Soc. bot. de France*. 1877, t. XXIV, p. 128).

Obs. — Les diverses formes signalées, les inoculations, etc., font penser au *Bacterium putredinis* décrit par M. Davaine et dont l'histoire présente beaucoup d'analogie avec celle du *B. Amylobacter*, sauf en ce qui concerne l'amidon (Voy. *Dict. encycl.*. art. *Bactérie*, p. 23).

B. Ulna Cohn (*Vibrio Bacillus* Ehrb).

Filaments articulés, épais et rigides, formés de 1,2 à 4 articles droits ou brisés en zig-zag; longueur d'un article = 10 μ; largeur = μ; longueur d'un filament de 4 articles = 42 μ; mouvements de rotation sur lui-même et de progression lente dans le liquide.

Se développe dans infusions diverses d'eau de mer et d'eau douce. Dans certaines cultures, M. Cohn, a vu de gros globules (spores?) se former dans le plasma ; M. Warming croit lui avoir découvert des cils (*l. c.*, p. 28).

B. ruber Cohn, *Beitræge*... 1875, Hft. 3, p. 181, pl. VI, fig. 17.

Longs batonnets isolés ou réunis par 2 ou par 4, se mouvant très-vite; dans substance muqueuse *rouge*, vermillon, développée sur des grains de riz ; observés par MM. Franck et Cohn.

M. Davaine a décrit en outre 5 autres espèces de Bactéridies qui paraissent être des *Bacillus*; ce sont :

La *Bactéridie intestinale*.

Filam. droits, épais, de 10 à 40 μ de longueur. Dans l'intestin des oiseaux.

La *B. du levain*.

Filam. minces et courts, de 10 à 20 μ, divisées en 2, quelquefois 3-4 articles, identique à la B. du charbon (Davaine).

La *B. glaireuse.*

Filam. d'une minceur extrême, droits ou coudés, atteignant 10 μ de long.

La *B. du vin tourné.*

Filam. très-ténus, de longueur variable, flexibles, indistinctement articulés.

La *B. des infusions.*

Fil. de 10 à 20 μ dans infusions diverses.

g. **Leptothrix** Ktz.

Les *Leptothrix* diffèrent des *Bacillus* par leurs filaments très-longs, adhérents, très-minces et indistinctement articulés.

Leurs formes sont nombreuses ; voici les principales :

L. rigidula Ktz.

Long. = 100-150 μ, diam. = 1,3-1,9 μ. Dans les eaux stagnantes, adhèrent aux autres végétaux.

L. cæspitosa Ktz.

Long. = 100-200 μ, diam. = 2,4-2,8 μ, sur les roches humides.

L. brevissima Ktz.

Long. = 75-100 μ, diam. = 2,7-3, 5 μ. Dans les eaux stagnantes.

L. pusilla Rabh.

Long. = 60-70 μ, diam. = 0,5-0,6 μ.

L. parasitica Ktz.

Long. = 90-150 μ, diam. = 1 μ.

L. radians Ktz. et *L. spissa* Rabh., parasites sur des algues marines.

g. **Beggiatoa** Trev.

Filaments très-fins, entourés de matière muqueuse, rigides, à mouvements oscillatoires. Protoplasme blanc, renfermant de nombreuses granulations que des recherches récentes ont démontré être du *soufre* cristallin

(Cramer, Cohn). (Voy. précédemment p. 28. Structure des Bactéries).

Les *Beggiatoa* habitent de préférence les eaux thermales sulfureuses, où elles constituent des flocons qui ont été nommés *Glairine*, *Barégine*: elles peuvent vivre dans de l'eau ne contenant pas d'oxygène.

Elles jouent un grand rôle dans l'élimination du soufre, et le dégagement d'hydrogène sulfuré dans les eaux thermales.

Leurs principales espèces sont :

B. alba Trev.

Masse muqueuse blanchâtre renfermant des filaments incolores d'un diamètre de 3,5 à 4 μ; dans la plupart des eaux thermales et stagnantes.

B. arachnoïdea Rabh.

Flocons très-fins blanc de neige, à filaments auss longs que larges = 5, 4 à 7 μ ; dans les eaux thermales d'Europe.

B. nivea Rabh., *B. leptomitiformis* Trev., espèces voisines vivant dans les mêmes conditions.

MM. Cohn et Warming ont encore décrit :

B. mirabilis Cohn, à articles peu flexibles mesurant 20 à 40 μ;

B. minima Warming, espèce très-petite, très-flexible, de 40 μ de longueur sur 1,8 à 2 μ de grosseur.

4° Spirobactéries.

Cette tribu renferme des Bactéries à filaments ondulés ou contournés en spirales plus ou moins développées, depuis le *Vibrio Rugula* ne présentant qu'une courbe en son milieu, jusqu'à certaines espèces de *Spirillum* qui possèdent de nombreux tours de spires. Chez plu-

sieurs espèces on est parvenu récemment à observer des cils ou un *flagellum*.

Nous les divisons en 3 genres :

Fil. courts, légèrement sinueux . , ...	*Vibrio.*
Fil. courts, spiralés, rigides	*Spirillum.*
Fil. longs, spiralés, flexibles	*Spirochæte.*

g. Vibrio Auct. *emend.*

Corps filiforme, plus ou moins distinctement articulé, toujours ondulé, à mouvement serpentiforme : ce genre fait la transition entre les Desmobactéries et les *Spirillum* « dont il ne peut être séparé. » (Warming.)

Fil. épais, à 1 seule courbure.	*V. Rugula*
Fil. mince, à plusieurs ondulations.	*V. Serpens.*

V. Rugula Müller (*V. Lineola* Duj. *ex parte*).

Filament présentant en son milieu une courbure unique, faible, mais distincte ; long. = 8 à 16 μ ; les plus courts sont légèrement courbés (= 6 μ Warm.), les plus grands pouvant atteindre 17, 6 μ (Cohn), 35 μ (Warm.), sont en train de se sectionner ; mouvements de rotation plus ou moins rapide autour de leur grand axe, de progression en avant donnant alors la sensation d'un mouvement serpentiforme ; un cil (Warming).

Les *V. Rugula* se trouvent ordinairement en *essaims* dans les infusions ; dans les mucosités dentaires, les matières intestinales (Leeuwenhœck) ; dans les déjections des cholériques (Pouchet).

V. Serpens Müller.

Filament de moitié moins gros que le précédent, rigide, annelé, à 3,4 ondulations régulières ; au moins 2 dans les plus courts ; hauteur d'un tour de spire = 8

à 12 μ; diamètre = 1, 2 à 3 μ; long. totale = 11 à 25 μ; épais. = 0,7 μ; mouvements analogues à ceux du *B. subtilis;* un cil (Warm.).

En essaims nombreux dans les infusions, l'eau de rivière, etc.

g. Spirochæte Ehrb.

S. plicatilis Ehrb.

Filament non-extensible, contourné en une hélice très-longue, *flexible*, à spires rapprochées, susceptibles de se contourner sur elle-même et de se mouvoir en ondulant; long. totale = 130 à 200 μ.

Espèce rare; dans infusions, eaux stagnantes, eau de mer, etc.

S. Obermeieri Cohn *Beitræge...* 1875, Hft. 3, p. 196, pl. VI, fig. 16.

Ne diffère du précédent ni en grosseur, ni en conformation, ni par ses mouvements, mais par son habitat et ses particularités physiologiques.

Dans le sang des malades atteints de fièvre récurrente (Obermeier, 1872, Weigert, Bisch-Hirschfeld, etc.), pendant la période d'accès, jamais pendant la rémission.

S. *gigantea* Warming, *l. c.*, p. 374, pl. VII, fig. 7; trouvé sur les côtes du Danemark: corps épais de 3 μ, hauteur de la spire = 25 μ, diam. = 7 à 9 μ.

g. Spirillum Ehrb.

Filament à spires rigides, courtes et espacées.

S. tenue Ehrb.

Filament légèrement tortueux, à 3-4 tours de spire; longueur et diamètre du pas de vis = 2-3 μ; lorsque le filament à 1 tour 1/2, il ressemble à un Ω: les fil. à 2-5

tours ont 4 à 15 μ de long.; mouvement spiralé très-rapide.

Dans les infusions, etc.

S. **Undula** Ehrb. (*Vibrio prolifer* Ehrb.).

Filament plus gros, tours de spires plus espacés (de 3 à 5 μ); ordinairement 1/2 tour à 1 tour entier, rarement 1 1/2, 2 ou 3; long. = 8-10 μ; larg. = 5 μ; épaiss. = 1,3 μ; mouvement spiralé très-rapide.

Infusions animales et végétales fétides, eaux courantes.

— Le *S. rufum* Perty n'en diffère que par sa couleur rougeâtre.

S. volutans Ehrb.

Filam. grand, gros, épais, à spires espacées, régulières, de 13 μ de hauteur, à 2-3-3 1/2 tours, rarement 6-7 ; long. totale = 25 à 30 μ; épaiss. = 1, 5 μ; larg. = 6,6 μ; mouvement tantôt nul, tantôt rapide; un cil très-net, vu déjà par Ehrenberg (Cohn, Warming).

Ce *géant* des Bactériens se trouve dans les infusions végétales et animales, l'eau de mer et l'eau douce, etc.

— M. Warming a décrit dernièrement trois nouvelles espèces trouvées sur les côtes du Danemark :

Sp. violaceum, p. 325, pl. VII, fig. 3; haut. = 8-10 μ ; diam. = 1-1,5 μ; épaiss. = 3-4 μ; un cil à chaque extrémité.
Sp. Rosenbergii, p. 346, pl. X, fig. 12. Long. = 4-12 μ, haut. de l'hélice = 6-7,5 μ, épaiss. = 1,5-2,6 μ.
Sp. attenuatum, p. 385, pl. IX, fig. 8. Corps très-atténué aux deux extrémités, sans cil.

Voici quelque détails sur les autres Schizophytes incolores.

g. *Sarcina*. Goods.

La Sarcine, dont il est inutile de donner ici la descrip-

tion (1), peut être considérée comme une Bactérie dans laquelle le sectionnement a lieu par deux cloisons perpendiculaires, de telle sorte que l'accroissement se fait suivant les deux dimensions.

La Sarcine est très-voisine des *Merismopedia,* dont elle ne diffère que par l'absence de la chlorophylle ; son squelette siliceux la rapproche des Diatomées.

g. *Ascococcus* Billr. *Car. em.*

Cell. hyalines, petites, globuleuses, étroitement réunies en familles globuleuses ou ovales, irrégulièrement lobées et lobulées, entourées d'une épaisse enveloppe gélatineuse, cartilagineuse, formant une membrane molle, floconneuse, se dissociant facilement.

A. Billrothi Cohn. *Beit.*, 1875, Bd. I, Heft 3, p. 154.

Familles en masses de 20 à 160 μ, entourées d'une membrane épaisse de 15 μ.

Dans une solution d'acide tartrique abandonnée à l'air.

g. *Myconostoc* Cohn, *eod. l.*, p. 183

Filaments très-fins, incolores, plissés, enroulés, dans une substance muqueuse, réunis en très-petits globules.

M. gregarium Cohn, *eod. loc.*, pl. V, fig. 6.

Espèce unique trouvée à la surface d'une infusion putréfiée.

g. *Cladothrix* Cohn, *eod. loc.*, p. 185.

Filaments en forme de *Leptothrix*, très-fins, incolores, non articulés, rigides ou un peu ondulés, faussement dichotomes.

Cl. dichotoma Cohn, *op. c.*, pl. V, fig. 8. Dans eaux putréfiées.

g. *Streptothrix* Cohn, *e. l.*, p. 186.

Filaments en forme de *Leptothrix*, très-fins, incolores, non articulés, droits ou légèrement en spirale, un peu rameux.

Str. Færsteri Cohn, *e. l.*, pl. V., fig. 7.

En concrétions dans le canal lacrymal de l'homme.

(1) Voy. Ch. Robin. Hist. nat. des vég. paras., 1853. p. 331

DEUXIÈME PARTIE

PHYSIOLOGIE DES BACTÉRIES

CHAPITRE PREMIER

DÉVELOPPEMENT DES BACTÉRIES

Les Bactéries nous sont connues au point de vue des formes diverses et nombreuses qu'elles revêtent : étudions maintenant la *vie* de ces êtres microscopiques, d'abord, en nous plaçant à un point de vue général, c'est à dire en étudiant leurs fonctions de nutrition et de reproduction indépendamment des caractères spéciaux qu'impriment à ces fonctions certains milieux, puis en tenant compte des relations qui s'établissent entre les Bactéries et ces milieux particuliers où elles peuvent se développer.

Les Bactéries sont de tous les êtres les plus répandus; on les rencontre partout, dans l'air, dans l'eau, à la surface des corps solides, à l'intérieur des plantes et des animaux; abandonne-t-on un liquide transparent, contenant des *traces* de substances organiques, on le voit se troubler au bout de peu de temps et le microscope y découvre des myriades de ces êtres.

D'où proviennent ces organismes si disséminés et à développement si rapide? Telle est la première question qui se présente, question qui a donné lieu à de longues discussions, dans l'examen desquelles nous ne voulons entrer que pour en donner un court historique.

§ 1. — *Origine des Bactéries.*

L'origine des Bactéries, comme celle des autres organismes inférieurs, est conçue de trois manières différentes :

1° Pour les uns, ces organismes naissent par *hétérogénie*, c'est-à-dire par création de toutes pièces au moyen de substances minérales ou organiques ;

2° Pour d'autres, ils proviennent directement d'individus semblables à eux, par l'un des modes de génération connus : scissiparité, sporulation, etc. ;

3° Enfin ils dérivent d'organismes déjà existants et ne sont que des états divers, des phases de développement d'espèces connues ou dont le cycle n'est pas encore découvert.

Nous examinerons cette dernière hypothèse, qui constitue ce qu'on a appelé le *polymorphisme*, à propos des phénomènes de reproduction des Bactéries.

Quant aux deux premiers, nous nous contenterons d'indiquer les derniers travaux parus pour ou contre, en insistant surtout sur les faits qui se rapportent à la constatation de la présence des Bactéries ou de leurs germes dans l'air, l'eau et les liquides ou les tissus de l'organisme humain : sang, urine, etc.

Hétérogénie. — Depuis les expériences de Pouchet et de ses élèves, les arguments donnés par MM. Trécul et Frémy, les derniers faits invoqués en faveur de l'hétérogénie sont dus à MM. Onimus, Servel, Bastian, etc.

« M. Onimus prétend que les protoorganismes peuvent naître dans des milieux protégés contre l'air, mais qui contiennent des substances albuminoïdes. »

M. Martin (1) soutient une idée analogue : pour lui les Bactéries dérivent des granulations protéiques.

D'après Nuesch, les Bactéries naissent à l'intérieur des cellules animales ou végétales sans lésion aucune et sans provenir de l'air. Pour le démontrer, il plonge des fruits divers sous l'eau dans des liquides salins ou acides (phosphates, sulfates, carbonate de potasse, etc.) et il y trouve des Bactéries ; mais pour lui ce ne sont pas des organismes vivants proprement dits, mais des végétations cellulaires anormales (2).

M. Servel décapitant des cobayes fait tomber la tête dans une solution d'acide chromique au 1/100 ; il fait de même pour le foie ou le rein. Au bout de quelques jours les parties superficielles sont durcies, mais le centre est ramolli et rempli de Bactéries (3).

On a constaté à plusieurs reprises la présence des Bactéries dans les œufs : les hétérogénistes se sont empressés d'en tirer un argument en faveur de leur théorie. M. U. Gayon (4) explique l'apparition de ces organismes dans les œufs d'oiseaux, par leur présence à l'état normal dans les oviductes.

Enfin M. Ch. Bastian (5) étant arrivé à obtenir des Bactéries dans des liquides qu'il croit privés de tout germe, en conclut à leur génération spontanée. Voici le résumé de son expérience : M. Bastian porte des urines

(1) Recherches sur le développement des Bactéries (Bull. Soc. Biologie, 1876).

(2) Die Necrobiose in morphol. Beziehung betrachtet, 1875.

(3) Comp. rend. Acad. des sc., 30 nov. 1874.

(4) Altération spontanée des œufs (Thèse de la Fac. des sciences). Paris, nº 362.

(5) Proceed. royal Society, 1873. — Brit. med. Journal, 1875. — Journ. of the Linn. Soc., 1877, etc.

acides normales à l'ébullition, puis une solution de potasse (en volume dosé pour la neutralisation du volume d'urine employé) également à l'ébullition ; après refroidissement, les deux liquides sont mélangés et le tout placé dans une étuve à 50°. On obtient au bout de deux à trois jours le développement de Bactéries.

M. Pasteur relève trois causes d'erreur dans l'expérience de M. Bastian : 1° Les germes peuvent venir de l'urine ; 2° Les germes peuvent venir de la solution de potasse ; 3° Les germes peuvent être fournis par les vases dont on s'est servi. A l'appui de ces critiques, M. Pasteur a fait des expériences contradictoires, en se mettant à l'abri de ces causes d'erreurs, et n'a pas obtenu de Bactéries.

Dissémination des Bactéries dans les grands milieux (Air et eau).

Air. — On connaît l'expérience de M. Pasteur pour recueillir les germes de l'air. Il fixe un tube de verre ouvert à ses deux bouts dans un trou pratiqué à un volet. Celle des extrémités du tube qui communique avec l'air extérieur est garnie d'un tampon de coton ; à l'autre extrémité s'adapte un aspirateur ; quand l'air a filtré pendant quelques heures, on examine le coton et on le trouve garni de germes.

Avant M. Pasteur, Ehrenberg et G. de Claubry avaient déjà signalé la présence dans l'air d'œufs d'infusoires. M. Ch. Robin avait aussi reconnu que l'atmosphère présente en outre de toutes sortes de débris, des spores, des grains de pollen, des dépouilles d'insectes, et rarement des œufs d'infusoires. Plus récemment,

MM. Maddox et Cunningham (1), à l'aide d'un aéroscope à lame glycérinée, recueillirent de nombreux microbes, abstraction faite de *particules bactéroïdes*; M. Tyndall, en faisant pénétrer un rayon de soleil dans une chambre obscure, a rendu visibles tous ces petits corpuscules. Ses recherches montrent que l'examen optique de l'air permet de se rendre compte d'une manière exacte de la présence ou de l'absence des germes dans ce milieu.

Citons encore les expériences récentes faites par M. Miquel dans le parc de Montsouris avec un aéroscope à compteur (2); cet observateur a trouvé dans l'atmosphère un nombre considérable de germes. Pour les formes dont le diamètre est supérieur à 2 μ, il a vu que « 1° le chiffre moyen des microbes de l'air, faible en hiver, augmente rapidement au printemps, etc. ; 2° que la pluie provoque toujours la recrudescence de ces microbes; 3° de l'eau de pluie introduite, avec les plus grandes précautions, dans des vases flambés, à col effilé et recourbé, renferme rarement des rotateurs, etc., mais on y trouve toujours des Bactéries, etc. »

En résumé, l'existence des germes peut se prouver par divers procédés : 1° la recherche directe et 2° les cultures. La recherche directe peut se faire par l'examen optique de l'air (procédé de Tyndall), l'examen microscopique des poussières (procédé suivi par MM. Marié-Davy, Tissandier), des produits obtenus par le filtrage, enfin en recueillant les germes soit à l'aide d'aéroscopes par aspiration (ballons d'eau, lames enduites de glycé-

(1) Examen microscopique de l'air, 1874.

(2) Comptes-rendus de l'Acad. Sc., 1878, t. LXXXVI, n° 25, 24 juin p. 1552.

rine, etc.), soit par la condensation de la vapeur d'eau atmosphérique sur des vases réfrigérants, etc. Les cultures consistent à exposer à l'air qu'on veut examiner des liquides dans lesquels on a détruit les germes préexistants (cultures de Pasteur, de Tyndall, etc.) Ces derniers procédés ont montré que les infusions tenues dans une atmosphère privée de tout germe, ne subissent aucune putréfaction ; celle-ci se produit aussitôt dès qu'on fait arriver l'air non privé de germes (Tyndall).

Tous ces procédés donnent des résultats concordants; on obtient toujours des dépôts contenant des germes de diverses sortes ; mais cette objection se présente à l'esprit : les Bactéries obtenues dans les cultures existaient-elles dans l'atmosphère ? ou bien proviennent-elles des germes qui se sont développés rapidement en trouvant un milieu favorable ? Des expériences de MM. Cohn, Miquel, etc., il résulterait que l'air ne contient pas ou très-peu de Bactéries adultes. M. Miquel, dans une communication récente (1), dit, en effet, que les Bactéries se rencontrent rarement à l'état complet dans l'air, mais plutôt sous forme de points brillants difficiles à distinguer directement d'une espèce ou d'une autre. Ces points brillants ne seraient-ils pas des *Micrococcus* ? En d'autres termes, l'air contient surtout des spores permanentes, ces organismes qui, comme nous le verrons à propos de la reproduction des Bactéries, se développent à un certain moment de leur existence, dans leur intérieur, s'échappent du filament sporogène, sont entraînées par l'évaporation du liquide, ou bien après leur dessiccation, par les vents. Ces spores sont le point

(1) Comm. à la Soc. franç. d'Hygiène. Séance du 16 juillet 1877.

de départ des foyers épidémiques, et leur extrême légèreté explique comment les vents peuvent avoir une action sur leur dissémination.

Eau. — Les eaux renferment des quantités considérables de Bactéries et surtout de germes. Leur présence dans les eaux atmosphériques a été établie par les expériences de MM. Lemaire et Gratiolet, et après eux par des observateurs plus récents, au moyen de condensateurs remplis de glace et placés au milieu des champs et comparativement au milieu d'une chambre. Depuis, Rindfleisch a émis l'opinion contraire que la vapeur d'eau ne contiendrait ni spores, ni Bactéries, et que seules les eaux telluriques en renfermeraient; mais Billroth, Cohn, etc., ont prouvé que Rindfleisch avait été trop affirmatif.

Du reste, il n'est pas étonnant que les eaux telluriques contiennent une quantité telle de Bactéries, que leur existence soit admise par tous ; les poussières recueillies à la surface des pierres, des feuilles, des fruits, etc., donnent à l'examen microscopique des quantités de germes (Marié-Davy, Tissandier); le lavage de ces objets et du sol par les pluies, les transportent dans les eaux des fleuves, des rivières et des mares, qui en renferment des quantités souvent considérables.

Ainsi une goutte d'eau de la Seine, disent MM. Pasteur et Joubert, est toujours féconde et peut donner lieu au développement de plusieurs sortes de Bactéries (1). Les eaux distillées des laboratoires en contiennent elles-mêmes, et ces germes sont d'un diamètre si petit qu'ils traversent tous les filtres : M. Cohn a, en effet, constaté

(1) Comptes rendus de l'Acad. des sc., 1877.

que quelques-uns ne sont pas arrêtés par une superposition de 16 filtres. Les seules eaux qui en soient dépourvues sont celles qu'on a puisées à la sortie de la source même.

Dissémination des Bactéries dans les milieux de l'organisme.

Si telle est la dissémination des Bactéries dans les grands milieux extérieurs, il n'est pas étonnant d'en trouver à la surface de l'organisme humain et dans l'intérieur des organes en communication avec l'extérieur; mais pour les milieux intérieurs, nous nous trouvons encore en présence de deux hypothèses : l'une admettant l'apparition spontanée de ces organismes dans l'intérieur des tissus ; la seconde l'expliquant par l'introduction à travers les membranes des germes ou des Bactéries venus du dehors.

En effet, les surfaces cutanées se laissent difficilement pénétrer par les germes, mais les poils peuvent cependant servir comme collecteurs. Les vibrisses des narines empêchent les germes de pénétrer dans les bronches, mais cette protection n'est pas suffisante, et malgré le mucus des fosses nasales et du pharynx, on en trouve parfois dans les alvéoles pulmonaires, si l'on en croit Rindfleisch et Eberth; les Bactéries passeraient-elles de là dans le sang? Les aliments, les boissons peuvent en transporter dans les voies digestives; une température élevée, les liquides, salives, etc., favorisent leur développement; au contraire les sécrétions acides de l'estomac, la bile, le suc pancréatique modèrent s'ils n'empêchent la prolifération de ces organismes.

L'existence des germes à l'état normal dans le sang et

dans l'urine ou bien leur entrée dans ces milieux, sont des questions importantes qui ont suscité beaucoup de recherches contradictoires, mais qui ne sont pas encore tranchées.

Pour le sang d'abord, deux sortes de recherches ont été mises en œuvre dans le but de découvrir des germes à l'état normal : la méthode directe ou examen microscopique a donné des résultats très-controversés : le sang contient en effet des quantités de petites granulations dont la nature est douteuse et qu'il est difficile de distinguer des *Micrococcus* ; aussi tandis que Lüders prétend que le sang physiologique contient des germes, des spores (rühende vibrionien), qui n'attendent pour se développer ultérieurement qu'une altération favorable, Rindfleisch nie formellement leur existence.

La méthode indirecte qui consiste à cultiver le sang normal dans des vases parfaitement clos a donné aussi des résultats favorables, comme ceux de Hensen, Tiegel, Billroth, Nedvedsky, et des résultats défavorables comme ceux de Lüders et de Pasteur. D'après Nedvedsky le sang « renferme des germes capables d'y subir dans certaines conditions un développement ultérieur ; ce sont les Hémococcos. » Si ces germes ne donnent pas naissance normalement à des Bactéries, c'est que le sang « leur est aussi nuisible que les périodes les plus avancées de la putréfaction. » (Billroth.)

Si cette hypothèse était vraie, elle donnerait l'explication de plusieurs faits embarrassants, tels que l'existence des *Micrococcus* dans le pus des abcès clos, dans les kystes, dans l'urine prise dans la vessie, etc.

§ 2. — *Nutrition et respiration des Bactéries.*

Les Bactéries étant des organismes composés d'une membrane de nature cellulosique et d'un contenu protoplasmique azoté, dépourvu de chlorophylle, doivent se nourrir et respirer comme tous les végétaux incolores et tous les animaux inférieurs dépourvus d'appareils spéciaux, c'est-à-dire par absorption endosmotique.

Bien que les milieux dans lesquels se développent les Bactéries soient divers, cependant au point de vue des fonctions de nutrition elles se comportent partout suivant les mêmes lois ; dans n'importe quel milieu où elles vivent, il leur faut de l'eau, de l'azote, du carbone et de l'oxygène, indépendamment des sels minéraux qui entrent, mais en quantités excessivement minimes, dans la constitution chimique de tous ces corps organisés.

Eau. Cet élément est indispensable à la vie active, au développement des Bactéries. La dessiccation, en effet, arrête complètement les mouvements de celles qui sont mobiles, et les fonctions de toutes les Bactéries en général, mais elle ne les tue pas, à moins qu'elle ne soit prolongée pendant un certain temps ; les *Micrococcus* des différents *virus* sont des exemples bien connus de la persistance de la vitalité de ces organismes après une dessiccation d'une durée parfois assez longue. Les Bactéries présentent à ce sujet du reste des variations nombreuses suivant les espèces et la période de développement à laquelle elles sont parvenues. A l'état de *spores permanentes* elles sont en effet extrêmement vivaces ; elles résistent longtemps non seulement à une dessiccation

complète mais encore à une élévation de température considérable.

Parmi les Bactéries, les unes se développent au sein des liquides, c'est le plus grand nombre ; d'autres se contentent d'une surface plus ou moins humide ; les premières peuvent vivre dans l'eau douce, l'eau de mer, les eaux thermales, les liquides des organismes animaux ou végétaux, etc. Un fait surprenant au point de vue de l'influence des milieux, c'est que la composition si différente de l'eau douce et de l'eau de mer ne paraît avoir aucune influence sur les Bactéries. On trouve également dans ces deux stations toutes les espèces, depuis le *Bacterium Termo* jusqu'au *Spirillum volutans*.

Azote. M. Pasteur a démontré qu'il n'était pas nécessaire que l'azote qui doit servir à la nutrition des Bactéries soit sous la forme d'albumine, mais que ces organismes peuvent s'en emparer à l'état d'ammoniaque.

En effet dans le mélange ou *solution de Pasteur*, ainsi composé :

Eau distillée.	100
Sucre candi.	10
Tartrate d'ammoniaque	1
Cendres de 1 gram. de levûre.	0,075

les Bactéries se multiplient quelquefois avec tant de rapidité et d'abondance qu'elles gênent le développement de la levûre alcoolique.

Cohn pour mieux observer le phénomène et se débarrasser des moisissures que le sucre de canne fait développer trop rapidement, emploie le liquide nourricier suivant :

Eau distillée.	100
Tartrate d'ammoniaque.	1
Cendres de levûre.	1

Les Bactéries s'y développent à merveille, ce qui prouve que le sucre ne leur est pas indispensable.

Une autre solution souvent employée est celle de Mayer ; elle a l'avantage d'éviter l'emploi des cendres de levûre : 0,1 gr. de phosphate de potasse; 0,1 gr. de sulfate de magnésie cristallisé; 0,1 gr. de phosphate de chaux tribasique pour 20 c. c. d'eau distillée. M. Cohn y ajoute 0,2 gr. de tartrate d'ammoniaque.

En résumé, les Bactéries peuvent prendre l'azote dont elles ont besoin pour former leur plasma, soit aux composés albumineux qu'elles décomposent, comme dans la putréfaction, soit sous la forme d'ammoniaque, soit peut-être enfin en l'empruntant à l'acide azotique; mais cette dernière source n'est pas bien établie (Cohn).

Carbone. Indépendamment des sources communes aux autres organismes où les Bactéries peuvent prendre cet élément important de leur constitution, les acides organiques le leur fournissent dans certaines circonstances. Ainsi, lorsqu'on cultive les Bactéries dans une solution ne renfermant que du tartrate d'ammoniaque avec une petite quantité de sels minéraux (acide phosphorique, potasse, acide sulfurique, chaux et magnésie), elles s'y développent rapidement en prenant leur carbone à l'acide tartrique.

M. Cohn a recherché si d'autres acides organiques pouvaient être assimilés par les Bactéries : en opérant avec du succinate d'ammoniaque, de l'acétate neutre d'ammoniaque, il a pu cultiver ces microphytes; de plus, comme M. Pasteur avait déjà expérimenté avec des solutions contenant des lactates et dans lesquelles les Bactéries s'étaient développées (1) jusqu'à la disparition

(1) Comptes-rendus Acad. des Sc., déc. 1871.

complète de ce sel, on est en droit d'admettre que les Bactéries peuvent s'assimiler les acides organiques, tartrique, succinique, acétique et lactique; mais l'acide tartrique est celui qui paraît donner la meilleure solution alimentaire.

D'autres carbures sont encore assimilés par les Bactéries : le sucre de canne, le sucre de lait, la glycérine et même la cellulose (d'après Mitscherlich) (1).

M. Cohn conclut « que les Bactéries se multiplient tout à fait normalement et en grande quantité, du moment qu'elles trouvent les éléments constitutifs des cendres en dissolution et qu'elles peuvent enlever le carbone qu'il leur faut à quelque carbure organique et leur azote à l'ammoniaque ou l'urée et probablement aussi à l'acide azotique. Les Bactéries ressemblent donc aux plantes vertes en ce qu'elles assimilent l'azote contenu dans leurs cellules en l'enlevant à des composés ammoniacaux, ce que ne peuvent faire les animaux; elles se distinguent des plantes vertes en ce qu'elles ne peuvent tirer leur carbone de l'acide carbonique, et qu'elles n'assimilent que des composés carburés organiques, surtout des hydrates de carbone et leurs dérivés, et sous ce rapport elles ressemblent aux animaux » (2).

Absorption. — Comment sont absorbées ces diverses substances? Les observations de MM. Grimm, Hoffmann, de Seynes, etc., nous permettent de nous assurer que ces organismes absorbent par voie endosmotique les substances dont ils se nourrissent.

(1) Monatsber. Berlin. Acad. 1850.
(2) Beitræge... 1872, Hft II, p. 202.

M. O. Grimm (1), examinant au microscope des parcelles de limon contenant des Bactéries et des spores d'algues, vit un certain nombre des premières se rassembler autour d'une spore et s'y fixer par une de leurs extrémités. Elles n'y pénétrèrent pas, mais lorsqu'elles l'abandonnèrent, la spore avait diminué de volume et perdu une partie de son contenu; les Bactéries avaient pris une coloration verdâtre.

M. Hoffmann (2) a vu que ces petits organismes placés dans une solution de carmin ou de fuchsine se coloraient au bout d'un certain temps en rouge intense, ce qui n'avait pas lieu pour le mucus qui les environnait.

De même, M. de Seynes (3), d'après ses observations sur les *Vibrio* qui accompagnaient des filaments colorés de *Penicillum glaucum*, croit que les Bactériens sont susceptibles d'absorber les matières colorantes des végétaux et des animaux avec lesquels ils sont en contact.

Oxygène. — Le rôle de l'oxygène dans la vie des Bactéries a donné lieu à des controverses nombreuses.

D'abord, il semble *a priori* que les Bactéries doivent se comporter comme tous les êtres vivants et respirer comme les autres organismes inférieurs (dépourvus de chlorophylle), c'est-à-dire en absorbant de l'oxygène et en éliminant de l'acide carbonique.

C'est en effet l'opinion d'un grand nombre de botanistes.

Mais pour M. Pasteur, il n'en serait pas ainsi pour tous les Bactériens. Lorsqu'on examine ce qui se passe

(1) Zur Naturgesch. der Vibrionien *in* Arch. f. mikrosc. Anat., vol. VIII, p. 414 (Voy. Revue de Hayem, I, p. 431).

(2) Ann. Sc. nat., 1869, t. XI, p. 18.

(3) Assoc. franç. pour l'avanc. des sciences, 1874, p. 414.

dans la putréfaction, on voit d'abord se développer des espèces, *Monas Crepusculum*, *Bacterium Termo*, etc., qui absorbent tout l'oxygène dissous dans le liquide et viennent former à la surface un voile épais, isolant; puis en second lieu, apparaissent d'autres espèces de Vibrioniens qui se développent dans le milieu complètement dépourvu d'oxygène libre, en empruntant ce gaz aux matières fermentescibles renfermées dans le liquide; ces décompositions chimiques constituent la putréfaction.

Les premiers de ces organismes, sur la nature desquels M. Pasteur a été longtemps incertain, sont des *Aérobies*; ils vivent au contact de l'air et ont besoin d'oxygène; les seconds, *Anaérobies*, non-seulement n'ont pas besoin d'oxygène, mais sont tués par lui (1).

Ces différences dans la respiration d'organismes appartenant à un même groupe ne sont pas admises par un grand nombre d'observateurs récents. M. Hoffmann, entre autres, dit expressément : « Ces petits êtres ne peuvent vivre sans air, je veux dire sans oxygène; si ce gaz leur manque, ils cessent de se mouvoir et ne se multiplient aucunement. Une goutte liquide pleine de Bactéries est-elle déposée sur une lame de verre, puis recouverte d'une lamelle plus mince, alors les Bactéries agiles se rapprochent toutes peu à peu des bords de cette lamelle et c'est là qu'au bout de quelques jours, après la mort successive du plus grand nombre, on en trouve encore quelques-unes douées de mouvement et de vie. Si une semblable préparation est à la fois protégée par un lut imperméable contre la dessiccation et contre l'introduction de l'air atmosphérique, tout mouvement parmi les Bactéries a déjà cessé au bout de deux

(1) Comptes-rendus Acad. des Sc., 1864, 1865, etc.

minutes, pourvu toutefois qu'aucune bulle d'air n'ait été emprisonnée avec le liquide (1). »

L'influence de l'oxygène sur la vie et le développement des Bactéries est aussi très-manifeste dans une expérience toute récente et encore inédite que M. Toussaint a bien voulu me communiquer.

En étudiant le développement des spores du *Bacillus anthracis* dans la chambre humide de M. Ranvier, M Toussaint a constaté les faits curieux suivants, qui offrent beaucoup d'analogie avec ceux empruntés plus haut à M. Hoffmann : « Les Bactéridies qui occupent le milieu de la borne de la chambre humide et qui en raison de leur situation reçoivent très-peu d'oxygène de la rainure, s'arrêtent bientôt dans leur développement ; tandis que celles qui occupent les bords, sont longues, enchevêtrées en nombre immense, celles du milieu restent petites, formées de 2, 4 ou 5 articles, qui se séparent facilement les uns des autres ; elles cessent bientôt de s'accroître et ne se transforment pas en spores. » (Toussaint, *in litt.*).

M. Cohn est du reste aussi explicite : « Il est hors de doute, dit-il, que le développement complet des *Bacillus* et surtout leur reproduction au moyen de spores ne se fait que sous l'influence de l'accès libre de l'air. »

On pourrait expliquer les faits contradictoires de M. Pasteur, en admettant avec M. Cohn, que l'apparence de rôles différents joués par les *aérobies* (*Bacterium*) et les *anaérobies* (*Bacillus*) est due simplement à une véritable lutte pour l'existence qui survient entre les Microbactéries et les Desmobactéries.

Action de divers agents sur les Bactéries. Dans ce para-

(1) Ann. Sc. nat., 1869, t. XI, p. 9.

graphe, je vais passer en revue l'action de la température, du mouvement, des divers antiseptiques.

Température. La manière dont les Bactéries se comportent dans les variations extrêmes de température est très-importante à étudier; c'est en effet sur les données fournies par ces recherches que s'appuient une grande partie des arguments opposés par les hétérogénistes et les panspermistes.

Nous devons considérer l'influence exercée sur les Bactéries par les températures moyennes, et par les températures extrêmes au-dessus et au-dessous de 0°.

Les températures moyennes, c'est-à-dire celles qui sont comprises entre 25 et 40° sont généralement favorables; celles qui est la plus avantageuse a été trouvée de 35° (Onimus).

Le degré de résistance des Bactéries aux températures extrêmes est très-variable suivant les espèces.

Ainsi, d'après Frisch (1), une température de + 45 à 50° suffit pour tuer les *B. Termo*, tandis que + 80° ne tue pas les Bactéridies (*Bacillus*).

Les spores permanentes sont surtout remarquables par la tolérance qu'elles possèdent pour les hautes températures : on a pu en porter à 100° (Schwann), 110° (Pasteur) et même 130° (Schrader), sans leur faire perdre leurs propriétés germinatives.

Il faut du reste reconnaître que les résultats obtenus par les expérimentateurs offrent les plus grandes divergences, ce qui tient, comme le fait remarquer Cohn, à la difficulté d'obtenir une répartition égale de la chaleur dans des milieux en général mauvais conducteurs.

(1) Sitz. der k. Acad. in Wien, 1877, t. LXXV, p. 25.

Voici les conclusions auxquelles M. Cohn est arrivé à la suite de nombreuses expériences faites sur les *Bacillus* du foin.

1° A une température de 47 à 50°, les *Bacillus* se multiplient encore rapidement et forment comme d'habitude des membranes et des spores, tandis que les autres Schizophytes existant dans l'infusion de foin deviennent à cette température impropres à la reproduction.

2° A une température de 50 à 55° toute reproduction et tout développement de *Bacillus* cesse ; il ne se forme ni pellicules, ni spores ; les filaments errants et en voie de croissance sont tués ; les spores au contraire conservent plus longtemps (pour le moins 17 heures), la propriété de germer.

3° Tandis que, en général, les infusions de foin sont stérilisées par une température de 60° et plus, prolongées pendant 24 heures, certaines spores de *Bacillus* semblent pouvoir endurer une température de 70 à 80° pendant 3 à 4 jours sans perdre le pouvoir de germer (1).

D'après des expériences faites avec des mélanges réfrigérants, Cohn a constaté que les Bactéries ne sont pas tuées par des températures très-basses, agissant même pendant plusieurs heures (— 18° par exemple); mais elles s'engourdissent déjà à 0° et probablement à une température un peu plus élevée. Dans ces engourdissements, elles perdent la faculté de se mouvoir et de se reproduire et par conséquent leur activité comme ferment : mais elles conservent la propriété de se multiplier de nouveau à une température plus élevée.

Frisch a poussé l'expérience plus loin encore que Cohn ; par l'évaporation de l'acide carbonique, il a re-

(1) Beitræge... 1876, Bd. 2, p, 271.

froidi jusqu'à — 87° des liquides bactérigènes qui n'ont pas perdu leur vitalité, mais ont donné un développement ultérieur de *Coccus* et de Bactéries. La congélation ne peut donc pas servir à éliminer les ferments organisés.

Ajoutons cependant que si le passage à des températures extrêmes est trop brusque, il y a alors altération des organismes (Schumacher).

Mouvement. Nous n'aurions pas consacré un alinéa à l'action du mouvement sur les Bactéries, si M. Crova n'était venu, il y a peu de temps (1), soutenir que des mouvements imprimés au liquide, qui contient des Bactéries, arrêtent complètement leur développement. C'est une affirmation en opposition complète avec ce qu'on sait de la physiologie de ces organismes, qu'il est difficile de concilier avec ce fait que les Bactéridies se développent bien dans le torrent circulatoire.

Air comprimé. Nous avons vu, il y a un instant, l'influence de l'air et en particulier de l'oxygène sur la vie des Bactéries. Lorsque cet agent est dans un certain état de tension, il se comporte d'une façon différente; M. Paul Bert a constaté que sous une tension de 23 à 24 atmosphères toutes les putréfactions liées au développement des vibrions cessaient de se produire (2). Depuis, le même savant a reconnu que les éléments anatomiques, et même les globules rouges, sont tués par l'oxygène (3).

Ces recherches s'accordent assez bien avec celles de MM. Grossmann et Mayerhauser sur la vie des Bactéries

(1) Comptes-rendus Acad. sc., 1878, 18 mars.
(2) Comptes-rendus Acad. sc., 1875.
(3) Id., 25 février 1878.

dans les gaz (1); de leurs nombreuses expériences il ressort que, sous l'influence de l'oxygène, on observe chez les Bactéries une exagération d'activité : les mouvements sont plus vifs, les changements morphologiques plus rapides, la résistance au froid plus marquée, etc. Mais si l'oxygène est sous une pression de 5 ou 7 atmosphères, les Bactéries vivent pendant six à vingt heures, puis meurent sans qu'il soit possible de les ranimer par l'air atmosphérique.

L'*ozone* détermine un arrêt presque instantané et définitif des mouvemets.

D'autres gaz étudiés par les mêmes savants ont donné les résultats suivants :

L'*hydrogène* a commencé d'abord par amener une accélération des mouvement, qui s'est maintenue pendant plusieurs jours, puis est survenu du ralentissement, et enfin un arrêt complet.

L'*acide carbonique*, contrairement aux faits de M. Pasteur, a paralysé les Bactéries et les a réduits à l'immobilité absolue; si on déplace l'acide carbonique par l'oxygène, les Bactéries reprennent leur activité.

Chloroforme. Cette substance, d'après les recherches de M. Müntz (C. R. Ac. sc., 1875), arrête les phénomènes vitaux des ferments organisés. M. Müntz se sert de ce caractère pour reconnaître les ferments diastasiques sur lesquels elle n'a pas d'action.

Acide borique. Depuis les travaux de M. Dumas, qui ont prouvé que l'acide borique tue les organismes inférieurs en leur enlevant l'oxygène, ce corps a été employé dans diverses circonstances comme antiseptique.

(1) Arch. für gesamte Physiologie von Pflüger, t. XV, p. 245 in Revue Hayem, 1878, n° 1.

Sulfate de quinine. L'action de la quinine, soit à l'état de chlorhydrate, soit sous la forme de sulfate, n'est pas encore bien établie ; les expériences de Binz, Manasseïn, Krœvitsch, Bochefontaine, etc., ont en effet donné des résultats contradictoires.

Acide phénique. Les expériences de M. Manasseïn ont démontré qu'il suffit d'un 1/20 p. 0/0 d'acide phénique pour empêcher tout développement d'êtres vivants ; il est employé avec succès contre le sang de rate, dans le traitement des plaies, etc.

§ 3. — *Reproduction des Bactéries.*

Il est actuellement bien établi que les Bactéries peuvent se multiplier par *scissiparité* et se reproduire par formation de *spores endogènes.*

Scissiparité. — La multiplication par scissiparité des Bactéries consiste en un fractionnement transversal de leur cellule : quand la Bactérie est près d'atteindre le double de sa longueur ordinaire, on voit, chez les formes les plus volumineuses, le protoplasme s'éclaircir suivant une ligne médiane perpendiculaire aux deux faces latérales, puis une cloison se former séparant le contenu protoplasmique en deux portions ; dès lors on a deux cellules. La cloison, d'abord très-mince s'épaissit, se dédouble, et les deux articles se séparent.

Ce phénomène se produit plus ou moins vite suivant la nature du milieu, sa richesse en principes nutritifs, la température, etc. Lorsque le cloisonnement est rapide, les cellules nouvelles se forment plus vite qu'elles ne se séparent et arrivent à former des chapelets ; très-souvent on n'en voit que deux ou quatre accouplés ensemble.

Dans quelques formes, le sectionnement transversal est précédé d'un étranglement vers le milieu de la cellule : avant que les deux nouvelles cellules se soient séparées, la Bactérie paraît alors constituée par une cellule, en huit de chiffre, renflée vers ses deux extrémités.

Dans d'autres circonstances, et probablement par suite d'une transformation muqueuse des parois des cellules mères, les nouvelles Bactéries s'enveloppent d'une masse de substance glutineuse ; nous avons décrit ces amas sous le nom de *Zooglœa*.

Les conditions qui favorisent la multiplication par scissiparité sont : un certain degré de température, une quantité suffisante de principes nutritifs. Plus la température est élevée, plus est rapide la segmentation des Bactéries, plus est rapide aussi leur multiplication, bien entendu jusqu'à une certaine limite, variable avec les espèces et au delà de laquelle les Bactéries sont tuées. La multiplication se ralentit lorsque la température s'abaisse, et cesse complètement au voisinage de 0 degré.

L'influence de la richesse nutritive se fait bien sentir dans les cultures. Tant que les Bactéries trouvent dans leur milieu les aliments nécessaires et en quantités suffisantes pour former de nouveau protoplasme, elles se multiplient avec activité ; mais dès que la matière organique a été dévorée, elles cessent de se diviser, tombent au fond du vase où elles s'accumulent, immobiles, en formant un dépôt plus ou moins abondant.

La multiplication des Bactéries par scissiparité binaire a pour résultat, si rien ne vient l'entraver et dans les conditions les plus favorables, l'envahissement d'un milieu par un nombre véritablement incroyable de ces

petits êtres, et dont on ne peut se faire une idée que par le calcul.

« Supposons, dit M. Cohn (1), qu'une Bactérie se divise en deux dans l'espace d'une heure, puis en quatre au bout d'une deuxième heure, puis en huit au bout de trois heures, en vingt-quatre heures le nombre des Bactéries s'élèvera déjà à plus de 16 millions et demi (16,777,220); au bout de deux jours cette Bactérie se sera multipliée jusqu'au nombre incroyable de 281 milliards et demi; au bout de trois jours elle aura fourni 47 trillions; au bout d'une semaine un nombre qui ne pourra être représenté que par cinquante et un chiffres.

Pour rendre ces nombres plus compréhensibles, cherchons le volume et le poids qui peuvent résulter de la multiplication d'une Bactérie. Les individus de l'espèce la plus commune des Bactéries en baguette présentent la forme d'un court cylindre d'un millième de millimètre de diamètre et d'environ 1|500 de millimètre de longueur. Représentons-nous une mesure cubique d'un millimètre de côté. Cette mesure contiendrait, d'après ce que nous venons de dire, 633 millions de Bactéries en baguette sans espace vide; or, au bout de vingt-quatre heures, les Bactéries provenant d'une seule baguette occuperaient déjà la quarantième partie d'un millimètre cube, mais à la fin du jour suivant elles rempliraient un espace égal à 442,570 de ces cubes, ou, ce qui revient au même, environ un demi-litre. Admettons que l'espace occupé par la mer soit égal aux deux tiers de la surface terrestre et que sa profondeur moyenne soit d'un mille, la capacité de l'Océan sera de 928 millions de milles

(1) Revue illustrée. 1875, p. 112. Voy. aussi : Davaine. Dict. encycl. *art.* Bactérie, p. 19.

cubes. La multiplication continuant dans ces mêmes conditions, les Bactéries issues d'un seul germe rempliraient toute la mer au bout de cinq jours. »

Reproduction par spores. — La multiplication par scissiparité, connue des plus anciens micrographes, a été jusqu'à ces dernières années le seul mode de propagation admis par les auteurs, même les plus récents ; ainsi M. de Lanessan, dans l'excellent article qu'il a consacré aux Bactéries (1), dit que les merveilleuses ressources de la science moderne n'ont pas encore permis de reconnaître d'autre mode de propagation pour ces organismes.

Cependant déjà, en 1853, M. Ch. Robin avait indiqué la présence dans les filaments du *Leptothrix buccalis* de petits corps ronds « qui sont peut-être des spores » (2); puis, M. Pasteur, en 1865, avait reconnu que les « vibrions de la putréfaction et de la fermentation butyrique présentent une sorte d'ovule ou de corpuscule ovoïde réfractant fortement la lumière et qui se montre, soit à l'extrémité, soit dans le corps des articles » (3). Plus tard, le même savant, plus explicite, disait nettement que ces organismes ont deux modes de reproduction : par scission et par noyaux intérieurs (4).

Vers la même époque, M. Hoffmann signalait aussi une reproduction par formation cellulaire libre dans quelques Bactéries ; mais il faut arriver aux travaux de MM. Cohn, Billroth et Koch, pour trouver des observations précises à cet égard.

(1) Dictionn. de bot. de M. Baillon, t. I, p. 344.
(2) Hist. nat. vég. paras., p. 351.
(3) Comptes-rendus Acad. sc., 1865, p. 527.
(4) Etudes sur les mal. du ver à soie, 1870, t. I, p. 168.

La formation des spores a été bien observée dans les *Bacillus subtilis* par M. Cohn, *Bacillus anthracis* par M. Koch, dans le *Bacillus Amylobacter* par M. Van Tieghem.

M. Cohn, qui avait d'abord dans ses premières publications refusé aux Bactéries la propriété de se reproduire par spores, pensant que les faits observés par M. Hoffmann se rapportaient à d'autres êtres, a vérifié les expériences de M. Koch, sur le développement du *B. anthracis* et constaté lui-même des phénomènes semblables dans le *B. subtilis*.

Dans les cultures faites avec des infusions de foin, on voit à un certain moment, dans les filaments homogènes des *Bacillus*, apparaître des corpuscules très-réfringents ; chacun d'eux devient une spore oblongue ou en forme de cylindre court, très réfringente et à contours très-foncés ; dans les filaments on trouve les spores rangées en séries simples. Sitôt que la formation des spores est terminée, les filaments ne peuvent en général plus se distinguer et l'on dirait que les spores sont complètement libres dans la glaire ; mais leur disposition linéaire accuse toujours encore qu'elles se produisent à l'intérieur des filaments. Peu à peu ceux-ci se dissolvent, se réduisent en poussière fine, les spores tombent et vont au fond du liquide où elles se déposent abondamment. La germination de la spore ne paraît pas se faire dans les mêmes milieux ; mais si l'on prend une des spores des dépôts formés dans les infusions de foin bouillies, et qu'on la transporte dans une nouvelle infusion, on voit la spore se gonfler, et un tube court se former à l'une de ses extrémités ; à ce moment, elle ressemble à une Bactérie à tête. Bientôt le corps très-réfringent dispa-

rait; le tube s'allonge en un batonnet court de Bacillus, se met en mouvement, et s'articule par division transversale (1).

M. Koch, en cultivant la Bactéridie charbonneuse dans l'humeur aqueuse de l'œil du bœuf, a observé des faits exactement semblables, soit comme production de spores en séries linéaires dans les filaments du *Bacillus anthracis*, soit comme germination de la spore et naissance d'un nouveau batonnet (2).

Voici quel est le développement des *Amylobacter*, d'après M. Van Tieghem : « Le développement d'un *Bacillus* comprend quatre périodes successives. Dans la première, le corps cylindrique et grêle, récemment issu d'une spore, s'allonge rapidement et se cloisonne, les articles se séparant bientôt (*B. subtilis*) ou demeurant unis en longs filaments (*B. anthracis*) : c'est la phase d'accroissement et de multiplication, deux choses qui, au fond, n'en sont qu'une.

Dans la seconde, les articles précédemment formés, ayant cessé de s'allonger et de se cloisonner, grossissent sensiblement en devenant le siége de transformations chimiques intérieures, et ce grossissement s'opère, suivant les cas, de trois manières différentes, avec des formes intermédiaires : tantôt il a lieu uniformément dans toute la longueur de l'article, qui demeure cylindrique, tantôt il se localise, soit à l'une des extrémités de l'article qui se renfle en têtard, soit au milieu de l'article qui se renfle en fuseau : c'est la phase de grossissement, ou de nutrition solitaire et simultanée, qui prépare l'état suivant. Dans la troisième période ou phase repro-

(1) Beitræge... 1876, t. II, p. 265.
(2) Beitræge... 1876, t. II, p. 287 et seq.

ductrice, il se forme, dans chaque article ainsi nourri, une spore sphérique ou ovoïde, homogène, très-réfringente, à contour sombre ; en même temps le protoplasme qui occupe le reste de la cavité se résorbe peu à peu et y est remplacé par un liquide hyalin qui sépare la spore de la membrane ; celle-ci se dissout à son tour, et finalement la spore est mise en liberté. Si l'article est renflé en têtard, c'est dans le renflement terminal que la spore prend naissance; s'il est en fuseau, c'est vers son milieu ; s'il est cylindrique, ce peut-être en un point quelconque mais le plus souvent c'est vers une extrémité. La spore, mise en liberté, germe dans des circonstances favorables; en un point où son contour pâlit, elle pousse un petit tube un peu plus mince qu'elle-même, qui s'allonge rapidement et se cloisonne. Cette quatrième période du développement, ou phase germinative, nous ramène ainsi à notre point de départ (1). »

Sporanges. Enfin, non-seulement les Bactéries développent des spores dans l'intérieur de leur filament, peu modifié, en somme, dans sa forme, mais on peut encore obtenir la formation d'un véritable sporange polyspore. C'est ce qui résulte d'observations inédites que M. Toussaint, professeur de physiologie à l'école vétérinaire de Toulouse, a bien voulu me communiquer.

En cultivant des *spores* de Bactéridies charbonneuses dans le sérum du sang du chien, sous le microscope, dans une chambre chaude de M. Ranvier, M. Toussaint a vu les filaments prendre un diamètre transversal presque double du diamètre ordinaire, puis le protoplasme

(1) Sur le Bac. Amylobacter. Bull. Soc. bot. de France, 1877, t. XXIV, p. 129.

du filament s'amasser en certains points, ce qui se distinguait nettement, en ce que dans les parties où le protoplasme manquait, la Bactéridie avait perdu toute réfringence. Enfin, dans une dernière période, les points occupés par le protoplasme condensé augmentent considérablement de volume et forment des organes ovoïdes plus ou moins allongés, ou bien renflés en boule ou en forme de gourde à une extrémité; dans l'intérieur de ces *sporanges* se forment ensuite de 3 à 6 spores, très-nettes et très-réfringentes; puis enfin par dissociation de la membrane d'enveloppe, les spores deviennent libres. (Toussaint, *in litt.*)

M. Toussaint a suivi aussi dans le même appareil, chambre humide et chaude de Ranvier, le mode de germination des spores. Voici les faits les plus importants. Les spores, au début, sont d'abord très-réfringentes et animées de mouvement brownien ; au bout d'une demi-heure à une heure, à une température de 37 à 40°, dans l'urine, l'humeur aqueuse ou le sérum, les spores perdent leur réfringence et leurs mouvements browniens cessent presque complètement; puis la spore prend un aspect très-légèrement granuleux, elle s'allonge dans le sens de son plus grand diamètre (elles sont ovoïdes) ; après deux heures de culture, la Bactéridie a deux ou trois fois les dimensions de la spore primitive ; l'allongement fait des progrès rapides, et quatre à six heures après le début de la culture, on en trouve qui occupe tout le champ du microscope. A partir de ce moment, les phénomènes qui surviennent diffèrent suivant les conditions dans lesquelles se trouvent les Bactéridies. Sur le bord de la rainure à air de la chambre humide et à gaz, les Bactéridies se développent très-

vite, forment rapidement des amas entrelacés, et en seize ou dix-huit heures, on voit apparaître des spores dans leur intérieur, surtout si la préparation a été exposée à la lumière ; souvent, dans ce cas, on n'aperçoit pas de cloisons transversales dans le filament. Si, au contraire, la Bactéridie n'a pas été exposée à la lumière, les spores mettent plus longtemps à se montrer (dix à quinze heures de plus) et presque toujours le cloisonnement précède leur formation ; il apparaît alors ordinairement une spore à chaque extrémité d'un segment, de telle sorte que les spores appartenant à deux segments successifs sont plus rapprochées que celles du même segment. Souvent aussi une spore avorte dans un segment (Toussaint).

On a vu plus haut, à propos de la respiration des Bactéries que le même observateur a noté dans le cours de ses expéciences, des phénomènes prouvant l'influence évidente de l'oxygène sur le développement des *Bacillus* (v. p. 93). Il en est de même pour la formation des spores. Et à ce propos, M. Toussaint fait la remarque fort juste que les phénomènes se passent différemment dans les cultures et dans l'organisme humain. Dans la maladie charbonneuse, jamais les Bactéridies ne se transforment en spores ; elles restent toujours relativement courtes même dans les points où elles forment des amas extravasculaires, et où par conséquent on ne peut invoquer les mouvements du liquide pour expliquer leur division. Les Bactéridies du charbon prennent donc peu d'oxygène aux tissus, elles végètent pauvrement dans l'organisme, et certainement si on en juge par des calculs forcément approximatifs, leur développement est sept à huit fois moins rapide que dans le sérum fortement oxygéné des cultures. (Toussaint *inéd.*).

Polymorphisme. Ces spores, à la genèse desquelles nous venons d'assister, constituent ces germes dont l'origine a été longtemps méconnue, ces *spores permanentes*, *spores durables* (Dauersporen), ainsi appelées à cause de leur remarquable degré de résistance à la température, à la dessiccation, à tous les agents qui tuent les Bactéries adultes ou arrêtent leur développement.

Ces organes sont répandus en grand nombre dans tous les milieux sous forme de petits corpuscules arrondis, absolument semblables aux *Micrococcus* dont il est impossible actuellement de les différencier. Aussi est-il fort probable que la plupart sinon tous ces organismes sont des spores de Bactéries filiformes.

Dans l'impossibilité de reconnaître ces formes si voisines, de les rapporter à tel ou tel organisme déterminé, on a imaginé de les cultiver pour suivre leur développement. On vient de voir le résultat de ces cultures pour les *Bacillus*, mais il s'en faut qu'entre les mains de la plupart des expérimentateurs les cultures aient donné des résultats aussi certains. N'ayant pas réussi à les soustraire complètement à l'envahissement des germes étrangers, la plupart ont vu se développer les formes les plus diverses et en ont conclu aux transformations les plus étranges.

Ainsi, M. Hallier prétend avoir observé la transformation des *Micrococcus* en divers champignons, tels que des Mucorinées, des Ustilaginées, etc. ; le M. du vaccin naîtrait du *Torula rufescens*, qui serait lui-même une phase du développement de l'*Ustilago Carbo* ; le M. de la variole humaine proviendrait d'un champignon à sporanges et pycnides, voisin du *Stemphylium sporidesmium ;* celui de la variole des animaux, du *Cladosporium*

(*Pleospora*) *herbarum*; les M. du sang des scarlatineux appartiendraient au g. *Tilletia*; ceux de la morve et de la syphilis à un *Coniothecium*, etc., etc. Dans cette voie, Letzerich a rapporté le M. de la Diphthérie à un autre *Tilletia*, le *T. diphtherica*.

Les transformations des Bactéries en Levûres et celles-ci en *Penicillum* ont été admises par M. Hallier, Trécul, etc. Mais les recherches de MM. Brefeld, de Seynes, ont fait voir qu'elles n'étaient rien moins que démontrées : en effet, dans ses nombreuses cultures, M. de Seynes (1) n'a jamais pu constater une telle filiation; et M. Nægeli (2), à son tour, n'a jamais pu obtenir le passage des Schizomycètes aux champignons bourgeonnants.

Il en est de même des transformations des Bactéries en Moisissures ou Mucorinées. Dans des cultures récentes de moisissures faites avec soin, M. Nægeli n'a jamais observé la formation des Schizomycètes et réciproquement. N'est-il pas permis de croire, maintenant que nous connaissons la formation des sporanges chez les Bactéries, que les micrographes qui soutiennent un polymorphisme si étendu, ont pris ces organes dont ils n'avaient pu suivre exactement le développement, pour des sporanges de Mucorinées. Et cet explication est d'autant plus admissible que M. Trécul a vu la Bactérie « s'enfler et se transformer isolément, » phénomène tout à fait identique à celui observé par M. Toussaint.

En résumé, les seuls changements de forme bien constatés dans l'état actuel de la science et les seuls qu'on

(1) Niederen Pilze... in Rev. internat., 1878, pp. 106, 107.

(2) Comptes-rendus Acad. sc., 1872, t. XXIV, p. 113-114; Ann. sc. nat. 5e série, t. XIV, pp. 381 et seq.

puisse comparer au polymorphisme naturel, tel qu'il existe dans un grand nombre de champignons, consistent dans la transformation des spores en Bactéries, Bactéridies, Vibrions, etc., et dans les différents modes de groupement que les cellules bactériennes prennent en devenant des *Zooglœa*, *Mycodermes*, *Leptothrix*, etc. Aller plus loin, serait manquer de prudence et de critique scientifique.

CHAPITRE II.

DÉVELOPPEMENT DES BACTÉRIES SUIVANT LES DIFFÉRENTS MILIEUX.

En étudiant les conditions de vie et de développement des Bactéries dans les différents milieux naturels ou artificiels où l'on peut les rencontrer, nous considérerons les actions qu'elles déterminent (ou qu'elles accompagnent) comme des cas particuliers de leur nutrition et de leur reproduction ; nous prendrons donc constamment leur physiologie normale pour point de départ et nous tâcherons d'y rapporter les phénomènes si divers auxquels elles sont associées, fermentations, putréfactions, contagion des maladies infectieuses et virulentes, etc.

Le rôle des Bactéries est surtout intéressant à étudier : dans les *milieux chimiques non azotés* où elles accompagnent les phénomènes dits de *fermentation* proprement dite ; dans les milieux *azotés*, végétaux ou animaux, qu'elles transforment, par une suite de fermentations spéciales, qui constituent la *putréfaction* ; dans les mi-

lieux de l'organisme humain où elles accompagnent fréquemment, sinon toujours, le développement de certaines affections, à caractères spéciaux ; ce sera l'objet d'autant de paragraphes.

§ 1. *Rôle des Bactéries dans les Fermentations.*

On dit qu'il y a fermentation dans un milieu, toutes les fois que des modifications surviennent dans la constitution chimique de ce milieu, par suite de la nutrition d'êtres organisés.

On distingue généralement deux sortes de fermentations. Dans un premier groupe (fermentations fausses) on range celles qui sont produites par des substances quaternaires, solubles, (diastases, ferments solubles), sécrétées par des cellules vivantes, dont on a pu les séparer pour étudier leur action sur les liqueurs fermentescibles. Cette action est comparable à celle de certains acides minéraux, qui opèrent comme elles, soit des dédoublements moléculaires avec absorption d'eau, soit des phénomènes d'hydratation. Véritables réactifs chimiques, ces substances une fois précipitées de leurs dissolutions, purifiées et desséchées, se conservent indéfiniment avec leurs propriétés ; une élévation suffisante de température semble détruire l'édifice de leur molécule, car elles perdent tout leur pouvoir spécifique après avoir été portées à une température plus ou moins élevée, mais toujours inférieure à 100°.

Dans le second groupe (fermentations vraies), on réunit tous les phénomènes de modification chimique qui paraissent intimement liés au développement de petits organismes inférieurs, Algues ou Champignons (ferments

figurés). L'oxygène comprimé en tuant ces organismes (1) et le chloroforme en suspendant leur fonctionnement vital (2) arrêtent dans leur cours ces fermentations, tandis que les deux mêmes agents ne modifient en rien l'action des ferments solubles. D'après M. Dumas, le borax aurait au contraire la propriété de détruire entièrement l'activité des ferments solubles, sans empêcher d'une façon absolue certaines fermentations vraies, par exemple la fermentation alcoolique du glucose. Nous verrons plus loin que cette propriété du borax a été utilisée dans le traitement médical du catarrhe de la vessie et des affections virulentes.

Bien que ces deux groupes de phénomènes semblent très-différents au premier abord, on peut cependant les rattacher l'un à l'autre. Sans parler ni de la fermentation ammoniacale de l'urine, qui, nous allons bientôt le voir, peut être rangée à peu près indifféremment dans l'un ou l'autre de ces groupes, on peut admettre (3) que la seule différence qu'il y ait entre ces deux séries de modifications chimiques tienne seulement à ce fait, que les unes, les fermentations vraies, étant le dernier terme de la nutrition intime de la cellule, ont leur siége à l'intérieur même de cette cellule, tandis que les autres, premier terme de la nutrition, sont toujours des phénomènes extracellulaires, ayant pour effet, comme l'a montré Cl. Bernard, de rendre assimilables ou diffusibles à l'intérieur de l'organisme les aliments nécessaires au

(1) P. Bert. Compt. rend. Acad. sc., 1877, 1878.

(2) A. Müntz. Ibid., 1875.

(3) Ch. Robin. Sur la nature des fermentations... *in* Journal de l'Anatomie, 1875, n° 4, p. 379 et seq.

développement de tout être organisé (transformation des aliments féculents en glucose, des aliments sucrés en glucose, émulsion des aliments gras, fluidification des aliments albuminoïdes).

L'étude au point de vue chimique de ces phénomènes de nutrition, de ces fermentations, puisque tel est leur nom, est encore peu avancée et il serait difficile d'en faire un classement rationnel, dans l'état actuel de nos connaissances. Je ne chercherai donc pas à les classer, et je me contenterai de les décrire successivement, en commençant par les mieux connues. Je ne parlerai, bien entendu, que des fermentations ayant pour cause le développement de Bactéries, laissant par conséquent de coté la fermentation la plus étudiée, la fermentation alcoolique. L'ordre que j'adopte est le suivant :

1° Fermentation acétique de l'alcool.
2° — ammoniacale de l'urine.
3° — lactique, visqueuse et butyrique, etc., des sucres.
4° Putréfaction et nitrification.

Fermentation acétique. — La transformation du vin en vinaigre est un phénomène depuis bien longtemps connu et utilisé. Au point de vue chimique, cette transformation est due à l'oxydation de l'alcool ; la formule suivante représente cette réaction :

$$C^2H^6O + O^2 = C^2H^4O^2 + H^2O$$

L'agent de cette oxydation est un micro-organisme appelé *Mycoderma aceti* (1) (figuré pl. 1, 3 et 4, *Etudes sur le vin*) ; il rentre dans le groupe des Microbactéries, et nous en avons donné précédemment la description

(1) Pasteur. Etudes sur le vin, p. 17.

botanique (voyez page 68); mais son développement présente quelques particularités intéressantes que nous croyons devoir indiquer d'après M. Duclaux.

« Ces petits êtres se reproduisent avec une telle rapidité qu'on peut, en disposant une semence imperceptible sur un liquide contenu dans une cuve de 1 mètre carré de surface, la voir en 24 h. ou 48 h., se recouvrir d'un voile velouté et uniforme. En supposant qu'il y a 3,000 cellules par millim. carré, ce qui avec les chiffres donnés ci-dessus est au-dessous de la réalité, cela donne pour la cuve 300 milliards d'articles produits dans un temps très-court.

Le *Mycoderma aceti* n'est pas toujours identique à lui-même. Le plus souvent il forme à la surface du liquide un voile d'aspect doux, uni tout d'abord, plissé ensuite, qui se laisse difficilement mouiller et submerger. Une baguette de verre qu'on y enfonce le perce, une portion en reste attachée à la baguette quand on la retire, et l'ouverture faite disparaît, occupée par le voile qui semble n'avoir jamais assez de place pour s'étendre. Dans des expériences inédites, j'ai fréquemment observé une autre forme de voile, plus sèche, plus fine et se colorant même quelquefois des couleurs des lames minces. Ce voile ne se plisse pas, mais se recouvre d'ondulations croisées à arêtes vives, et rappelle alors la surface d'un gâteau de miel. Semé sur divers liquides, il se reproduit identique à lui-même, et il est difficile de ne pas le considérer comme une autre forme du précédent. Enfin j'ai aussi rencontré une espèce de mycoderme donnant des voiles très-bien développés, mais doués d'un pouvoir acétifiant presque nul, et se reproduisant aussi avec ce caractère. Il est difficile de distinguer au microscope ces formes

diverses à cause de leur petitesse. On peut pourtant dire que le second que j'ai décrit est sensiblement plus petit que le premier, et le troisième plus effilé qu'aucun des deux autres, mais les différe nces sont faibles (1). »

On appelle ce voile *mère du vinaigre.*

Le liquide dans lequel on veut cultiver ce mycoderme doit être un peu acide, contenir 1 à 2 0/0 d'acide acétique, par exemple. Dans ces conditions, le *Mycoderma vini* (espèce de Saccharomycètes), dont il faut éviter la formation, trouve des conditions d'existence défavorables. En effet, ce second organisme, ordinairement appelé *fleurs de vin*, a une action toute différente de celle du *Mycoderma aceti* : il brûle *entièrement* l'alcool, en le transformant en eau et en acide carbonique; il brûle également l'acide acétique. Il faut ensemencer le *M. aceti*, si l'on ne veut pas voir se développer à sa place le *M. vini*, dont les germes paraissent plus abondamment répandus dans l'air.

Pour qu'il y ait acétification, l'oxygène de l'air est nécessaire; une fois submergé, le *M. aceti* se développe, mais n'acétifie plus; il est même probable qu'il brûle l'acide acétique formé, le ramenant à l'état d'eau et d'acide carbonique. Il en est de même lorsque se développant à la surface, il a transformé tout l'alcool : « En effet, il ne s'arrête pas alors dans son œuvre, et sans changer de forme et de mode d'action, il porte l'oxygène de l'air sur l'acide acétique qu'il a produit, en le transformant en eau en acide carbonique. Remettons de l'alcool dans la liqueur, le phénomène change, l'acide est respecté, et l'alcool se transforme de nouveau en acide acétique. » (Duclaux, *l. c.*)

(1) Duclaux. Art. Fermentation dans Dictionn. encyclop. sc. méd., 1877.

D'après les expériences de Mayer, le maximum de pouvoir acétifiant se placerait entre 20° et 30° et s'annulerait au-dessous de 10° et au-dessus de 35°.

Fermentation ammoniacale de l'urine. — Quand on abandonne de l'urine à l'air libre, on constate au bout de quelque temps qu'elle est devenue fortement ammoniacale. L'urée s'est transformée en carbonate d'ammoniaque en fixant de l'eau :

$$CO(AzH^2)^2 + H^2O = CO^2 + 2AzH^3,$$

cas particulier de la transformation des urées en sels ammoniacaux.

Müller (1) soupçonna que le dépôt des urines altérées, dont Jacquemart (2) avait déjà reconnu l'activité particulière, était un ferment organisé; mais ce n'était là qu'une induction tirée de l'analogie avec la levûre de bière. M. Pasteur (3) montra que ces sédiments étaient formés par des amas de globules sphériques réunis en chapelet, qu'il considéra comme l'agent de la fermentation ammoniacale. Ces globules sont des articles du *Micrococcus Ureæ* Cohn, que nous avons précédemment décrits (p. 59).

Cette Bactérie vit à l'intérieur du liquide et non à la surface comme le *Mycoderma aceti*; l'acidité est un obstacle à son développement; l'alcalinité le favorise au contraire dans certaines limites. M. Van Tieghem a même vu la fermentation se continuer jusqu'à ce qu'il y ait eu dans le liquide 13 p. 0/0 de carbonate d'ammoniaque.

(1) Zeitsch. f. prat. Chemie, 1860, LXXXI.
(2) Ann. Chim. Phys. (3), 1843, t. VII.
(3) Comptes-Rend. Acad. sc., 1860, t. L, et Ann. Chim. Phys. (3) t. LXIV.

Quel est le mécanisme de cette fermentation ?

M. Musculus (1) a montré que l'on pouvait retirer de l'urine altérée un ferment soluble en y ajoutant de l'alcool très-concentré ; il se forme un précipité qu'on peut filtrer et dessécher; ce précipité, nullemnt organisé, transforme l'urée en carbonate d'ammoniaque. Une température de 80° le détruit. Cette diastase serait donc une sécrétion du *Micrococcus Ureæ*, et peut-être le rôle de la Bactérie se borne-t-il dans le phénomène de la fermentation à cette seule sécrétion. La transformation ammoniacale de l'urine rentrerait par conséquent dans le groupe des fermentations par les diastases.

D'après Arnold Hiller (2), l'urine additionnée d'acide phénique ne devient pas alcaline ; l'acidité augmenterait même au contraire, et cela malgré un nombre considérable de Bactéries qui s'y développent. L'acide phénique aurait-t-il tué le *Micrococcus Ureæ*, en laissant le champ libre à d'autres organismes susceptibles de vivre dans un milieu acide et d'opérer d'autres transformations des principes constitutifs de l'urine ? Dans le mémoire que nous citons ici, l'auteur faisant renaître l'ancienne opinion de Liebig, veut démontrer que la décomposition des matières organiques mortes, et la putréfaction en général, sont des phénomènes purement chimiques, ces décompositions étant déterminées par la présence de substances organiques elles-mêmes déjà en voie de transformation.

Nous ne nous arrêterons pas à ces idées depuis long-

(1) Journ. Chim. et Pharm., 1876, t. XXIII, p. 246.

(2) Der Antheil des Bakterien am Faülnissprocess imbesondere der Harnfaülniss *in* Centralblatt, 1874, n° 53 et 54. Voy. Revue Hayem, 1875, t. V, p. 511.

temps réfutées; les expériences sur lesquelles elles s'appuient trouveraient une critique facile; qu'il me suffise de dire quelles sont en opposition formelle avec toutes les observations contenues dans les travaux modernes sur la question.

C'est surtout à propos de la fermentation ammoniacale qu'on a discuté sur les générations spontanées; nous avons vu précédemment les résultats auxquels on était arrivé; nous n'y reviendrons pas; citons cependant avant de terminer un intéressant travail de MM. Cazeneuve et Livon, dans lequel sont rapportées des expériences prouvant qu'il n'y a jamais fermentation de l'urine dans une vessie intacte (1).

Fermentations lactique, butyrique et visqueuse des sucres. — Les liqueurs sucrées, abandonnées à elles-mêmes, sont susceptibles de diverses fermentations qui peuvent se produire soit isolément, soit simultanément. Celles qui ont été le mieux étudiées sont au nombre de trois: les fermentations lactique, butyrique et visqueuse. Nous allons les décrire successivement.

1° *Fermentation lactique.* Sous l'influence probable d'une Bactérie, (*Ferment lactique* de M. Pasteur, fig. pl. I, n° 2 : *Etudes sur la bière.* — Voy. précédemment: *Bacterium Lineola* Cohn, p. 67), le glucose et les substances susceptibles d'en fournir, telles que la mannite, l'acide malique, etc., se transforment en acide lactique.

Au point de vue chimique, il n'y a là qu'un dédoublement moléculaire, l'acide lactique ayant la même composition centésimale que le glucose.

(1) P. Cazeneuve et Ch. Livon. Nouv. rech. sur la ferment. ammon. de l'urine et la génération spontanée, 1877.

Pris en masse, le ferment lactique ressemble à la levûre de bière; sa consistance est cependant un peu plus visqueuse et sa couleur plus grise; mais au microscope l'aspect est bien différent, comme nous l'avons vu à propos du *Bacterium Lineola*.

Un point intéressant de cette fermentation est l'action des acides sur la Bactérie qui en est l'agent (présumé). Dès que le milieu devient acide, même par le seul fait de l'acide lactique produit, la transformation s'arrête; elle reprend son cours si on ajoute à la liqueur de la craie ou du carbonate de soude.

La température la plus convenable semble être 35°.

On connaît peu de choses sur cette fermentation : « Elle mériterait pourtant d'être mieux étudiée. C'est elle qui intervient quand le lait se coagule spontanément; le sucre de lait se transforme en acide lactique qui précipite le caséum. On la voit aussi souvent se produire dans le jus de betterave, dans les eaux sûres des amidonniers; elle doit jouer un rôle dans la fabrication de la choucroûte, et intervient très-certainement et peut-être plus que la fermentation alcoolique dans la préparation du pain. Enfin elle envahit très-facilement la bière, celle de nos boissons alimentaires, que son peu d'acidité expose le plus à en devenir le siége. Tous ces faits la rendent intéressante, d'autant mieux qu'elle est rarement exempte de complication et s'accompagne, par exemple, fréquemment d'un commencement de fermentation butyrique, bien plus désagréable par ses produits. (Duclaux, *l. c.*)

2° *Fermentation butyrique*. Celle-ci est, en effet, toujours précédée d'une transformation lactique, et c'est

par une modification ultérieure que l'acide lactique produit de l'acide butyrique.

L'organisme qui l'accompagne est une Bactérie (figurée pl. I, n° 3, *Etude sur la bière* de Pasteur), très-voisine et peut-être identique au *Bacillus subtilis* Cohn (Voy. p. 71, de ce travail.)

La réaction qui représente le phénomène au point de vue chimique est la suivante :

$$\underbrace{2C^3H^6O^3}_{\text{ac. lactique}} = \underbrace{C^4H^8O^2}_{\text{ac. butyrique}} + 2CO^2 + H^4$$

D'après M. Pasteur, le ferment butyrique appartient à la classe des anaérobies.

Cette fermentation ressemble par un grand nombre de points à la putréfaction; aussi quelques auteurs, comme M. Schutzenberger (*des Fermentations*, 1875), les rangent-ils dans une même étude.

3° *Fermentation visqueuse.* Les vins s'altèrent souvent en fournissant une substance mucilagineuse et de la mannite : cette matière visqueuse a la même composition que la gomme ou la dextrine ($C^6H^{10}O^5$); en même temps, il se dégage de l'acide carbonique.

Dans les liquides en fermentation on rencontre un organisme qui n'est pas encore suffisamment étudié : « ce sont des chapelets de petits globules sphériques dont le diamètre varie sensiblement suivant les espèces de vins atteints par cette maladie. » (Fig. 14 et 15, dans *Etudes sur le vin* de M. Pasteur, et pl. I, n° 4, *Etude sur la bière*).

M. Pasteur à proposé la formule :

$$25(C^{12}H^{22}O^{11}) + 25H^{20} = 12\ [C^{12}H^{20}O^{10}]$$

gomme

$$+\ 24(C^{6}H^{14}O^{6}) + 12CO^{2} + 12H^{20}$$

mannite

qui représenterait assez bien le phénomène dans son allure la plus ordinaire. Il se produit environ 51,09 de mannite et 45,5 de gomme pour 100 de sucre. Mais quelquefois la proportion de gomme l'emporte sur la mannite. Dans ce cas, d'après M. Pasteur, on pourrait toujours constater dans le liquide la présence d'un ferment plus gros et d'une nature différente; et le même auteur ajoute que peut-être dans ce cas l'augmentation dans la production de la gomme tiendrait à la présence de ce second ferment qui transformerait le sucre seulement en gomme sans formation corrélative de mannite. Mais ce ferment n'a jamais été isolé. Du reste, M. Monoyer a expliqué d'une autre façon la variation de la proportion de gomme (1).

Les vins blancs sont plus sujets que les vins rouges à cette fermentation, appelée *graisse des vins*; d'après M. François (2), l'absence de tannin dans les vins blancs serait la cause de cette maladie et l'on pourrait la prévenir par l'adjonction de cette substance. Ce remède est même très-apprécié en Champagne, d'après M. Pasteur (3). Quel est au juste l'action du tannin sur le ferment gummomannique ? Des cultures de ce ferment

(1) Voy. Thèse pour le doctorat en médecine. Strasbourg, 1862.

(2) Sur la cause de la graisse des vins *in* Ann. Chim. et Phys., 1829-1831, t. XLIV, p. 212.

(3) Etudes sur le vin, p. 61.

à l'état de pureté traitées par cet agent, tel est le seul moyen de le savoir.

Nous avons réuni ensemble les fermentations lactique, butyrique et visqueuse, parce qu'elles se manifestent toutes trois dans les mêmes liquides, vins, bière, eaux sucrées, etc., et qu'elles ont pour effet la transformation du glucose. Nous devons dire un mot ici de quelques autres organismes inférieurs, peut-être des Bactériens, observés aussi dans les mêmes liquides, mais qui n'ont pas été aussi bien étudiés. Non-seulement on ne les connaît pas systématiquement, mais on ne sait pas au juste quelle est leur action chimique sur les éléments du milieu qui les nourrit. Je ne fais que les énumérer.

1° Ferment de *la bière ou du vin tourné* (Pasteur, *Etudes sur la bière*, 1876, p. 5, figuré pl. I, n° 1) : « Ce sont des bâtonnets ou filaments simples ou articulés et formant chaîne, de longueurs variables, d'un diamètre voisin d'un μ : un fort grossissement les montre décomposés en série de bâtonnets plus courts, à peine naissants, non encore mobiles sur leurs articulations qui ne sont qu'indiquées. »

2° *Micrococcus* d'une bière d'une acidité particulière, distincte de celle de la bière piquée, à odeur acétique : « Ce sont des grains ressemblant à de petits points sphériques réunis par deux ou par quatre en carré. » (Pasteur, *Etudes sur la bière*, p. 6, fig. pl. I, n° 7,), etc.

§ 2. *Rôle des Bactéries dans la putréfaction et la nitrification.*

Tandis que dans les fermentations que nous venons de passer rapidement en revue, nous avons toujours pu

étudier, au moins sommairement, l'action chimique des divers organismes, nous allons nous trouver maintenant en présence de phénomènes bien plus complexes. Nous aurons à considérer un grand nombre de ces végétaux à l'œuvre sans qu'il soit possible d'assigner à chacun son rôle et de dire quelle est sa fonction. On n'a même pas encore vu l'agent de la fermentation nitrique, et ce n'est que par analogie qu'on a rapproché cette nitrification des fermentations vraies.

Ce n'est pas seulement à cause de l'obscurité qui règne encore sur un grand nombre de particularités de ces deux phénomènes, que nous les avons réunis dans une même étude; au point de vue de la circulation à la surface de notre globe des éléments essentiels à la constitution des organismes, ils jouent un rôle analogue quoique inverse l'un de l'autre.

Considérons, par exemple, l'azote dans les végétaux et les plantes. Cet élément, dont l'air atmosphérique est le réservoir, n'entre pas en combinaison directement comme le fait, par exemple, l'oxygène avec les autres éléments qui doivent constituer avec lui les principes immédiats des tissus. Les propriétés chimiques de l'azote peuvent se caractériser en deux mots : grande résistance à entrer en combinaison quand il est libre, et grande facilité au contraire à passer d une combinaison à une autre, une fois qu'on a réussi à l'associer à d'autres éléments.

Aussi la circulation de l'*azote à l'état de combinaison*, à la surface du globe est-elle une question intéressante de physique générale, de même que la circulation de l'acide carbonique et la circulation de l'eau et la circulation de l'air.

Cherchons à esquisser la marche de cette circulation (1).

D'où vient l'ammoniaque que l'on trouve dans la mer, dans les nuées qui nous arrivent de l'équateur, dans les poussières de l'air? L'unique source connue est la fermentation des matières organiques à l'abri de l'oxygène de l'air. C'est à cette sorte de fermentation que nous devons la formation de la tourbe et les immenses amas de combustibles minéraux qui se sont formés presque à toutes les périodes géologiques. On voit cette sorte de fermentation se développer lorsqu'on abandonne un liquide organique en présence de l'air, mais seulement dans la partie inférieure du liquide, l'oxygène qui se dissout à mesure à la surface étant arrêté dans la zone superficielle où se développe une fermentation d'allure bien différente. Cette dernière est essentiellement oxydante : les matières s'y brûlent presque complètement, formant surtout de l'eau et de l'acide carbonique ; à la partie inférieure, au contraire, il se produit une réduction si énergique que l'hydrogène se dégage : les sulfates métalliques y sont transformés en sulfures et même on y auraitrencontré parfois des cristaux de sou fre. (Voir l'histoire des *Beggiatoa*, p. 28, 29 et 74.)

Nous voyons donc d'où vient l'ammoniaque qui, distribué sur le sol par les vents et la pluie, est pour lui un engrais puissant. Or, les végétaux n'absorbent pas l'azote sous forme d'ammoniaque, mais sous forme d'acide azotique. Comment se fait cette transformation de l'ammoniaque en acide azotique? les observations de

(1) Nous renvoyons pour ce point particulier, aux mémoires et traités de Chimie agricole.

Erdmann, Meusel (1) et T. Phipson (2) montrent que dans le phénomène de la putréfaction réductrice, l'acide azotique, loin d'être produit, est au contraire ramené à l'état d'acide azoteux ; d'un autre côté, MM. Th. Schlœsing et A. Müntz (3) concluent de leurs expériences que dans les putréfactions essentiellement oxydantes produites parles *Penicillum glaucum*, *Aspergillus niger*, *Mucor Mucedo*, etc., il n'y a aucune formation d'acide nitrique.

Mais, d'après ces auteurs, la nitrification serait un phénomène spécial qui aurait pour siége tout sol suffisamment ouvert à la circulation de l'air et dont l'agent serait un micro-organisme. Ce dernier n'a pas encore été aperçu, il est vrai, et on conçoit qu'il soit difficile à rechercher et à observer, à cause de sa station particulière.

Mais l'action du chloroforme sur la nitrification tend à prouver que l'agent en est bien un ferment figuré (4). En effet, le chloroforme, cet anesthésique, suspend la nitrification et paraît même tuer le ferment.

Laissant donc de côté ce phénomène encore peu connu, on peut distinguer dans les agents de la putréfaction ou plus généralement fermentation, deux groupes de micro-organismes : les uns oxydants, les autres réducteurs.

Les premiers s'observent à la surface des liquides en putréfaction ; on peut y distinguer un grand nombre de

(1) Putréfaction produite par les Bactéries en présence des nitrates. Journ. Chim. Pharm., 1875, t. XXII, p, 430. — Berichte der deutschen chimische Gessellschaft, t. VIII, p. 1214.

(2) Réduction des nitrates par les infusoires *in* Chemical New, XXIV, p. 491.

(3) Recherches sur la nitrification par les ferments organisés *in* Comp. Rend. Acad. Sc., 1877, n° 22 ; 1878, 8 avril, t. 86, n° 14, p. 892.

(4) Müntz, op. cit.

formes : *Bacterium Termo, Monas Crepusculum, Spirillum*, etc.; nous en avons parlé précédemment. On doit en rapprocher aussi le *Mycoderma aceti* qui, comme eux, végète à la surface du liquide et un grand nombre d'organismes dont nous n'avons pas à parler ici.

Les seconds se rencontrent au contraire dans l'intérieur des liquides ou corps fermentescibles ; ils sont analogues aux ferments butyrique, lactique et peut-être aux autres agents des maladies des vins et de la bière précédemment énumérés.

En résumé, les petits êtres dont nous venons de nous occuper ont un rôle considérable : ils font retourner la matière organique morte à l'atmosphère et à l'eau.

« En dehors d'eux, la matière organique, même exposée à l'air, ne se détruit pas ou ne se transforme qu'avec une lenteur extrême par suite d'une combustion lente produite par l'oxygène. Avec eux, au contraire, sa destruction prend une marche rapide et devient complète. Si donc l'équilibre se maintient entre la nature vivante et la nature morte, si l'air a toujours la même composition, si les eaux sont toujours également fertilisantes, c'est grâce aux agents infimes de la fermentation et de la putréfaction. » (Duclaux, *l. c.*)

Mais le rôle des Bactéries ne se borne pas là : « Elles envahissent aussi l'organisme vivant, dit M. Duclaux (1), et apportent dans leur attaque ce double caractère d'infinie petitesse dans les moyens apparents, et d'énergie destructive puissante dans les résultats. De là, des maladies dont la médecine, il n'y a pas encore bien longtemps, ne connaissait pas la cause et qu'elle commence seulement à rapporter à leur véritable origine. Pour qui

(1) Duclaux. Dict. encyc. des sc. méd. *Art.* Fermentation.

est au courant des premiers pas qu'elle a faits dans cette voie nouvelle de recherches, de la fécondité de ses aperçus, de la richesse de ses premiers résultats, il n'est pas douteux qu'elle n'arrive bientôt à démontrer la nature parasitaire des maladies épidémiques les plus graves. »

§ 3. *Rôle des Bactéries dans les maladies contagieuses et les affections virulentes.*

Nous allons d'abord passer en revue les différentes affections où la présence des Bactéries a été signalée, qu'elles aient été données comme cause de la maladie, ou qu'elles soient considérées comme un simple épiphénomène.

Septicémie. Après les hypothèses de Borsieri et de Gaspard (1) sur la nature du sang septique, M. Sédillot (2) démontra par des expériences très-concluantes que la puissance infectieuse était due à des éléments figurés.

Les premières expériences de M. Davaine (3) l'amenèrent aux conclusions suivantes : « Les effets des substances putréfiées ne vont pas au delà de l'animal chez lequel on injecte ces substances. L'agent toxique des matières putrides ne se régénère pas. La putréfaction agit sur l'économie animale comme un poison. »

Cette première opinion devait avoir pour elle l'autorité de M. Ch. Robin (4). Déjà, en 1864, MM. Leplat et

(1) Journal de Phys. de Magendie, 1822.
(2) De la pyohémie, 1849.
(3) Comptes-rendus de l'Ac. des sc., 1864, t. 57, p. 230 et 386.
(4) Comptes-rendus de la Soc. de Biol., 1868. — Leçons sur les humeurs, 1874, 2e édit., p. 553.

Jaillart (1), après une série d'inoculations faites avec le sang septique, étaient arrivés à des déductions analogues à celles de M. Ch. Robin. C'est à la même époque que MM. Billroth (2), Weber (3) ayant injecté les gaz de la putréfaction, émettaient l'opinion que l'agent septique était de nature moléculaire. M. Bergmann (4) de Dorpat, admettait comme agent contagieux une substance azotée, non organisée, résistant à l'alcool, à l'éther, à une température de 100° et traversant les filtres. Cette théorie était identique à celle de M. Panum (5). C'est encore à M. Pasteur (6) que revient l'honneur d'avoir le premier affirmé la nature parasitaire de la septicémie ; cette communication fut suivie des expériences confirmatives de MM. Coze et Feltz (7); de plus, ces expérimentateurs prouvèrent que les Bactéries du sang putréfié ne possèdent pas la propriété de traverser les épithéliums, et que « l'élément infectieux gagne en passant dans des organismes semblables. » En 1868, M. Davaine (8) revenant sur sa première opinion, admit la présence des Bactéries dans le sang des animaux qui mouraient de septicémie. De même, MM. Hallier, d'Iéna et Béchamp, de Montpellier, croient à la pré-

(1) Comptes-rendus de l'Ac. des sc., 1er août 1864, t. 59, p. 250.
(2) Archiv. für klin. chirurg., t. VI, p 103.
(3) Deutsche Klinik.. 1864-1865.
(4) Das putride Gifte und die putride Intoxication, 1868. Dorpat.
(5) Virchow's Archiv., 1862.
(6) Comptes-rendus de l'Ac. des sc., 1860-64-65.
(7) Réunion des Soc. sav., 1865. Voy. Recherches clin. et expér. sur les maladies infectieuses, 1872. Paris, p. 59.
(8) Comptes-rendus de l'Ac. des sc.. 25 janvier 1869.

sence d'un micro-organisme, Micrococcus pour M. Hallier, Microzyma pour M. Béchamp.

MM. Coze et Feltz (1), dans leur travail, ont démontré la présence constante des Bactéries dans le sang des animaux morts de septicémie. Cette corrélation les a poussés à admettre que « il y a un rapport direct entre les accidents infectieux et les petits organismes étrangers qui viennent jouer dans le sang le rôle de ferments, et se reproduire. » De nouvelles recherches confirmatives des premières ont été communiquées à l'Académie des sciences par les mêmes auteurs (2). A l'encontre de ces conclusions sur la nature bactéridienne de la maladie, nous voyons apparaître en Angleterre (3), puis à Berlin (4), des expériences qui les infirment. M. Zuelzer, frappé de l'analogie qui existe entre la septicémie et l'intoxication par l'atropine (dilatation pupillaire, paralysie intestinale, accélération des battements cardiaques), a recherché par la méthode de M. Stas, la présence d'un alcaloïde, qu'il est parvenu à découvrir, en collaboration avec M. Sonnenschein. Des Bactéries cultivées artificiellement et introduites en quantité considérable dans la bouche, sous la peau, dans les vaisseaux de différents animaux, ne lui ont jamais paru provoquer d'accidents septiques. Mais la scène changeait dès qu'on ajoutait dans les matières injectées 2 à 5 centigr.

(1) Recherches clin. et expér. sur les maladies infectieuses. Paris, 1872.

(2) Comptes-rendus de l'Ac. des sc. du 30 nov. 1874.

(3) Lewis et Cunningham *cités in* Journal d'anat. et de phys. Mai. 1875, p. 327.

(4) Zuelzer. Ueber putride intoxication, 47e réunion des Naturalistes Médecins allemands à Breslau. Berlin. klinisch. Wochen., 1874, n° 49, p. 623.

de sulfate neutre d'atropine. La période d'incubation durait toujours de 9 à 12 jours. La même année, M. Riemschneider (1) déduisait de ses observations la même conséquence, et confirmait ainsi la similitude de l'atropine et de la sepsine. La doctrine bactéridienne de la septicémie venait pourtant de recevoir un nouvel appui par les expériences de M. Vulpian (2); ayant injecté à un lapin 2 gouttes du sang d'un homme mort de gangrène pulmonaire, l'animal mourut au bout de 20 heures. On trouva dans ses vaisseaux de nombreuses Bactéries. Le liquide extrait de ceux-ci, injecté à d'autres lapins, amena la mort en 24 heures, et on observa dans leur sang les mêmes parasites.

Pour M. H. Henrot (3). les Bactéries pénètrent par la muqueuse pulmonaire et n'agissent qu'au contact d'un sang rendu phlogogène par le pus. Il y a donc nécessité de deux causes productrices. A l'appui de son opinion, l'auteur cite l'expérience suivante : on injecte dans la jugulaire de deux lapins un mélange d'eau distillée et de pus, afin de rendre le sang seulement phlogogène ; à deux autres, injections de corail pulvérisé en suspension dans de l'eau. Un des premiers lapins et un des seconds, placés dans un air pur, résistent parfaitement ; les deux autres sont soumis aux émanations de pièces anatomiques putréfiées. Celui qui a reçu l'injection de pus meurt après trois jours; le second vivait encore au bout d'un mois.

(1) Dissert. inaug. Dorpat, 1874. Centralblatt für Chirurg., n° 39, 1874.
(2) Sur la septicémie. Gazette méd., 1873.
(3) Théorie et traitement de certaines formes d'infection purulente et septicémie. Reims, 1874.

M. Cavafy (1) admet la présence de Bactéries dans les liquides septiques, mais ne les regarde pas comme cause efficiente des thromboses consécutives aux inoculations. D'après MM. Moritz Traube et Gschleiden (2), les organismes vivants, auxquels on injecte du sang tenant en suspension une grande quantité de Bactéries de la putréfaction, n'en ressentent aucun dommage durable. Au bout de 24 heures, le sang artériel provenant d'un lapin à qui on injecte 1 centimètre cube et demi de liquide contenant des Bactéries, peut être conservé (en le préservant des germes extérieurs), pendant plusieurs mois, sans présenter de traces de putréfaction : donc les Bactéries sont mortes dans l'organisme vivant. Cependant, au delà d'une certaine mesure, le sang vivant devient impuissant à résister. Ces résultats paraissent difficiles à concilier avec ceux que M. Feltz (3) a exposés à la suite de nouvelles recherches sur le principe toxique du sang putréfié ; l'air comprimé passant à travers un liquide septique n'influe ni sur la qualité toxique, ni sur les infiniment petits, il y a simplement diminution dans les mouvements des vibrioniens; dans le vide le pouvoir toxique s'amoindrit; les Coccobactéries, les Bactéries s'immobilisent; les Vibrions, les Spirilles perdent leur agilité, mais les infiniment petits ne meurent pas. MM. W. Moxon et J.-F. Goodhart (4) ont reconnu la présence des Bactéries dans le sang et les tissus inflammatoires des septicémiques. Pour M. Virchow (5) aussi, l'élément actif est une Bactérie qui, injectée avec ou

(1) Saint-George's Hospital Reports, VII, 1872-74, p. 17.
(2) Berlin. klin. Wochen., 1874, 14 septembre.
(3) Comptes-rendus de l'Ac. des Sc., 1er mars 1875.
(4) Guy's Hospital Reports, 1875, 3e série, vol. X, p. 229.
(5) Archiv. für pathologische Anatomie. Année 1867, Bd. 70, p. 546.

sans liquide putride, amène la mort par intoxication septique.

M. Livon (1), comme M. Zuelzer, n'a observé aucun symptôme d'infection putride à la suite d'injections de ces micro-organismes dans le sang.

En présence d'une telle divergence d'opinions appuyées chacune sur des autorités scientifiques, nous ne nous croyons pas en droit d'adopter une conclusion définitive. Cependant les observations de MM. Coze et Feltz, ainsi que celles qui les confirment, nous portent à considérer la présence constante des Bactéries dans le sang putréfié comme une grande probabilité en faveur de la genèse parasitaire de la septicémie.

Il est une variété de septicémie qui présente avec celle dont nous venons de parler les liens les plus étroits, c'est la septicémie puerpérale. Aussi toutes les recherches précédentes avec leurs conséquences lui sont applicables et nous expliquent sa nature. Cette manière de voir nous semble justifiée par les travaux de M. Orth, de Bonn (2), d'après lequel la lymphe et le sang présentent des Micrococcus en nombre considérable. M. Klebs (3) a constaté la présence des mêmes parasites dans l'infection putride consécutive aux blessures de guerre. Comme les auteurs précédents, M. Birsch-Hirschfeld (4) reconnait dans les liquides de la septicémie la présence de Micrococcus et n'admet pas d'autre parasite.

Charbon. — Une maladie dans laquelle l'influence des

(1) Société de Biol., 28 juillet 1877.

(2) Recherches sur la fièvre puerpérale *in* Archiv für path. Anat. und Phys., 1873.

(3) Sur l'Anat. path. des blessures par armes de guerre, 1872.

(4) Recherches sur la pyohémie *in* Archiv der Heilkunde, 1873.

organismes inférieurs a été surtout recherchée est l'affection charbonneuse.

Nous examinerons successivement les résultats fournis par la pathologie expérimentale et par la clinique, et nous terminerons par une appréciation générale sur la nature du charbon.

Quoique ce processus ait été connu et étudié depuis la plus haute antiquité, qu'il ait été décrit par Chabert (1782), Gilbert (1795), Fromage de Feugré, Gohier, Verheyen, Heusinger, Fuchs, Brauell, Pollender, Raimbert, Bourgeois, on n'en connut pas pendant longtemps la nature parasitaire. Notons cependant que Fuchs, Brauell, Pollender, Delafond avaient remarqué des corpuscules dans le sang des animaux charbonneux. Le professeur Delafond fit, il y a une vingtaine d'années, sur les bâtonnets du sang de rate, des recherches (1) qu'il communiqua à la Société centrale de médecine vétérinaire (séance du 10 mai 1860). M. Davaine, qui avait observé dès 1850, avec Rayer, du sang charbonneux, avait remarqué la présence des bâtonnets, mais sans en tirer aucune conséquence. Après le travail de M. Pasteur en 1861, il reprit ses recherches (2), et les résultats qu'il obtint furent communiqués à l'Académie des sciences le 27 juillet et le 10 août 1863, puis le 22 août 1864. Ses expériences établissaient que le sang des animaux malades contenait des éléments figurés, et qu'injecté à un animal sain il le tuait en reproduisant les mêmes symptômes. Il restait un pas à faire, c'était de prouver qu'aux Bactéries seules était dévolu le pouvoir infectieux, même dans les cas en-

(1) Rec. de Méd. vét., année 1860, p. 726.

(2) Journal des vét. du Midi, 1863, pp. 404 et 476

démiques. Malgré les travaux de M. Signol (1864) corroborant ses découvertes, M. Davaine n'en devait pas moins trouver des contradicteurs. MM. Leplat et Jaillard (1) firent connaître le résultat de leurs expériences, d'après lesquelles les Bactéries ne seraient pas la cause du sang de rate. En 1869, MM. Bouley et Sanson, et en 1870, M. Baillet étudient la nature de la maladie connue sous le nom de *mal de montagne.*

M. Klebs (2), en Suisse, ayant fait avec M. Tiegel, de l'Institut pathologique de Berne, des inoculations négatives avec du sang charbonneux filtré, démontrait ainsi que le charbon était bien dû aux particules solides, mais il ne pouvait, comme il le fit, affirmer que les Bactéries seules étaient douées du pouvoir virulent, car il enlevait en même temps tous les autres éléments solides (fibrine, globules), et pouvait ainsi éliminer les granulations d'un virus charbonneux autre que les Bactéries. Du reste, M. Klebs ne croit pas que la Bactérie amène la mort par asphyxie. Cette manière de voir est encore soutenue par M. Recklinghausen et Waldeyer, d'après lesquels la mort surviendrait par embolie; pour Burdon-Sanderson, au contraire, il n'y en a pas.

Les observations recueillies jusqu'alors et les expériences démontraient que le sang charbonneux transmettait le charbon. M. Davaine avait dit que la Bactérie était la condition *sine quâ non* du développement des maladies charbonneuses, mais il avait contre lui les expériences de MM. Leplat et Jaillard. En outre, comme il injectait en même temps d'autres corpuscules figurés, il

(1) C. R. Ac. des Sc., 1864, t. LIX, p. 250; 1865, t. LXI, p. 298, 236.
(2) Voy. Rec. de Méd. vét., 15 nov. 1877.

était difficile de prouver qu'ils n'étaient pour rien dans la production du charbon ; enfin, cette théorie ne pouvait expliquer certaines endémies (pâturages de l'Auvergne). On pouvait bien dire, comme Burdon-Sanderson, que l'élément virulent peut exister sous deux formes, une fugitive (Bactéridie), une permanente, inconnue; il s'agissait de le démontrer; c'est ce que fit M. Koch (1). Ayant pris des Bactéries, il les cultiva dans l'urine, l'humeur aqueuse de l'œil du cheval et remarqua qu'elles subissaient un certain allongement, puis présentaient des points de condensation brillants qui devenaient libres ; injectés dans le sang des moutons, des lapins, ces corpuscules produisaient la mort avec les symptômes du charbon, et le sang des animaux présentait de nombreuses Bactéries. L'apparition des spores dans le liquide bactéridien cultivé se fait en vingt-quatre heures à 35°, en trois jours à 18°; au-dessus de 45° et au-dessous de 12°, elle n'est plus possible. Une fois produites, ces spores résistent à la putréfaction, à la dessiccation, aux alternatives d'humidité et de sécheresse pendant plusieurs années. Au contraire, la forme adulte du *Bacillus anthracis* meurt sous l'influence de la putréfaction, des oscillations de température. Il n'a pas paru se développer chez le chien, le chat, les animaux à sang-froid et les oiseaux. L'immunité dont jouissent ces derniers vient d'être l'objet d'une étude de MM. Pasteur, Joubert et Chamberlan (2); croyant qu'elle pouvait être attribuée à leur température incompatible avec la vie des Bactéries, ils ont refroidi un Gallinacé et ont pu constater qu'il avait perdu cette immunité. De plus, en plaçant l'ani-

(1) Beitræge zur Biologie der Pflanzen, II Bd. Breslau, 1876.

(2) C. rendus de l'Ac. des sc., 9 juillet 1878.

mal infecté dans une étuve à 30°, ils ont vu la température revenir rapidement à la normale et la maladie charbonneuse rétrocéder.

Les travaux de Koch ajoutent donc un élément de plus aux probabilités en faveur de la théorie parasitaire ; ils nous montrent l'existence d'un organisme qu'on pourrait invoquer comme la cause des épizooties spontanées.

Tous ces résultats, M. F. Cohn (de Breslau) les a obtenus en répétant les expériences de son compatriote.

En France, M. Toussaint commençait, le 21 mars 1875, sur des lapins, une série d'inoculations heureuses avec le sang provenant de la rate et d'une tumeur abdominale d'un mouton mort du *sang de rate*. Ces débris avaient été envoyés à M. Chauveau par M. Joly, vétérinaire à Gien. Ayant conservé du sang à l'air, M. Toussaint remarqua, comme l'avait dit M. Davaine, comme l'observait M. Koch, que la putréfaction tue la Bactérie ; enfermée en vase clos, elle succombe dès que manque l'oxygène, ce qui arrive d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

C'est à propos de la présentation de ces résultats à l'Académie des sciences (1), que M. Colin vint émettre l'opinion que le charbon n'est pas dû à la Bactérie, mais à un virus spécial; si le sang filtré n'agit pas, c'est que le filtre retient en même temps les Bactéries et le virus.

M. Pasteur, dans sa lettre du 18 août 1877, répond qu'un virus serait impuissant à résister aux nombreuses cultures subies par le liquide de ses expériences, et que la bactérie seule subsistant, il était bien logique de lui attribuer le pouvoir infectieux que possède le liquide de la dernière culture.

(1) Séance du 13 août 1877.

M. Paul Bert (1) avait cru d'abord, comme M. Colin, à l'existence d'un agent virulent autre que la Bactérie. En effet, après avoir traité du sang charbonneux par l'air comprimé et l'alcool qui tuent les Bactéries, il avait pu transmettre le charbon. Mais revenant sur cette première idée, il se rangeait à l'avis de MM. Pasteur et Joubert, le 30 juillet de la même année, reconnaissant que la persistance de la virulence est due aux spores (corpuscules germes) qui résistent à toutes les causes de destruction.

Tout récemment, enfin, M. Toussaint (2), étudiant le le mécanisme suivant lequel les Bactéries amènent la mort chez le lapin, le cheval, le mouton, conclut qu'il y a asphyxie de cause mécanique : embolie des capillaires pulmonaires.

L'action phlogogène du vibrionien est parfois telle, qu'outre l'embolie il y a rupture des capillaires et même, des lésions plus graves.

« La matière phlogogène est plus active, suivant les sujets d'où proviennent les Bactéries. Les animaux que j'ai étudiés peuvent se ranger dans l'ordre suivant ; lapin, cobaye, mouton, âne, cheval, chien. »

Quant au porc, il est complètement réfractaire.

En dernier lieu, M. Toussaint (3) a présenté, par l'entremise de M. Bouley, une note sur une maladie à forme charbonneuse causée par un Vibrion aérobie. Cette affection était déjà reconnue comme contagieuse, mais

(1) Séance Acad. des sc. 21 mai 1877.
(2) Acad. des sc., 1er et 15 avril 1878.
(3) Compt. Rendus Acad. sc., 9 juillet 1878.

on ignorait la nature de l'agent de contagion. M. Toussaint a trouvé qu'elle était causée par un vibrion différant, par certains caractères, de la Bactéridie; il a cultivé ce microbe et l'a vu se reproduire sous le microscope dans un appareil imaginé par M. Ranvier. La maladie s'est transmise entre lapins d'un même clapier, sans inoculation.

En prenant les excréments réduits en poudre d'un animal infecté et en les semant sur les aliments destinés à un animal bien portant, ce dernier a contracté la maladie par les voies digestives.

Pustule maligne sans Bactéridie. — A côté des faits si nombreux de charbon dans lesquels la présence de la Bactéridie a été constatée, il convient de citer ceux où l'on n'a pu la découvrir. Des observateurs autorisés, tels que MM. Toussaint, Maunoury et Salmon qui les ont signalés, les ont donnés comme signe d'un pronostic favorable. On en a observé récemment un exemple très-net, dont voici le résumé (1) :

Le 15 juin 1876, entrait à l'Hôtel-Dieu de Lyon, service de M. Fochier, le nommé Donin Louis, tanneur, âgé de 40 ans. Dans la matinée du 13 juin, il avait remarqué trois grosses mouches s'acharnant sur les peaux qu'il travaillait ; une d'elles le piqua au visage. Ce même jour, la joue enfla ; dans la nuit du 13 au 14 il s'y forma une grosse vésicule entourée d'une aréole, d'autres plus petites ; la peau étant devenue prurigineuse, Donin écorche la vésicule centrale. A son entrée, l'état général est satisfaisant ; sur la joue du côté gauche on voit une

(1) Chavanis. Présentation d'un cas de pustule maligne. Lyon méd., 31 déc. 1876.

aréole de petites vésicules entourant une escharre n'ayant pas 1 centimètre de diamètre. La périphérie est envahie par un œdème dur, tremblotant, s'étendant en bas jusqu'à l'appendice xiphoïde. Les paupières et les lèvres œdématiées s'écartent difficilement. Pour vérifier le diagnostic, M. Toussaint a inoculé à un premier lapin les débris de la pustule, à un deuxième du sang, à un troisième de la sérosité. Le résultat de ces trois inoculations a été complètement négatif. L'examen microscopique fait par MM. Charpy et Colrat n'avait décelé la présence d'aucun vibrionien. Le 16 juillet le malade est sorti guéri. Ajoutons que l'interne du service, s'étant piqué avec la seringue employée pour faire des injections d'acide phénique au 2 0/0, n'a éprouvé aucun accident.

M. Darreau (1), vétérinaire à Courtalain, attribue à la mauvaise alimentation, cette variété de charbon, sans Bactéridies, lorsqu'elle survient chez un animal ; il en a signalé une épidémie dans une ferme où le fourrage était de mauvaise qualité ; le charbon serait alors dû, suivant lui, à un appauvrissement du sang. M. Decroix (2) vétérinaire de l'armée a examiné au microscope le sang de la jugulaire et les tumeurs charbonneuses des chevaux soumis à son observation ; il n'y a jamais trouvé de Bactéridies. Les chevaux ont guéri.

Ces résultats expérimentaux et cliniques ont permis à M. Bouley (3) d'établir l'unité de la maladie charbonneuse, contrairement à l'opinion de M. le professeur Bouillaud, qui renouvelait l'hypothèse de la multiplicité des affections charbonneuses.

(1) Rec. de Méd. vét., 30 août 1867.
(2) Lettre au Rec. de Méd. vét., 15 août 1877, p. 821.
(3) Rec. de Méd. vét., 15 mai 1877.

En effet, nous voyons partout la même Bactéridie produire les mêmes désordres. Dans les cas fort rares et généralement heureux où le charbon n'a pas paru d'origine bactéridienne, on peut dire avec M. Pasteur (1) : lorsque le parasite n'a pas été aperçu c'est qu'on n'a probablement pas employé d'assez forts grossissements. Du reste l'action phlogogène de la Bactéridie mise en lumière par les expériences de M. Toussaint est encore nécessaire pour expliquer la production des tumeurs charbonneuses. M. Davaine invoquant l'immobilité du *Bacillus anthracis* admet que toute tumeur résulte d'une inoculation locale. On a fait observer que les agents virulents de la variole et de la rougeole, tout en étant immobiles, produisent néanmoins des manifestations locales ; en second lieu le charbon du cheval s'accompagne souvent de tumeurs internes dont la genèse ne relève pas evidemment d'une cause extérieure ; enfin on a montré à M. Bouley (2) des chevaux de la Plata chez qui les manifestations locales n'étaient apparues qu'après les symptômes généraux ; cette opinion était déjà défendue par Chabert. Cependant, malgré toutes les preuves fournies tour à tour par la pathologie expérimentale et par la clinique, il reste encore un desideratum : il faudrait constater la présence des spores du *Bacillus anthracis* dans les terrains à épizootie charbonneuse et découvrir ses moyens de transport.

Avant d'abandonner cette question nous croyons devoir examiner l'efficacité des traitements antiseptiques. L'acide phénique étudié par Koch a été employé avec suc-

(1) Ac. des sc. ; séance du 16 et 17 juillet 1877.
(2) Rec. de Méd. vét., 15 juillet 1877.

cès (1) ; l'acide borique (2) qui atteint la Bactéridie en la privant d'oxygène a été utilisé par M. Decroix, vétérinaire de l'armée. Cette tentative fondée sur le pouvoir anoxémique de l'acide borique, avait été inspirée par la découverte de M. Dumas. La teinture d'iode employée comme l'acide phénique en injections sous-cutanées a donné lieu à de graves accidents. A côté de ces procédés généraux basés sur l'idée d'une infection de tout l'organisme, se placent les procédés locaux destinés à détruire la Bactéridie à son point d'entrée ; ce sont : la potasse (Bourgeois d'Etampes), le sublimé (médecins de la Beauce), la pâte de Canquoin, le fer rouge. Ces deux catégories de moyens employés tantôt isolément, tantôt simultanément, montrent que la préoccupation des cliniciens a toujours eu pour but la destruction d'un organisme infectieux.

Variole. — Les partisans de la nature parasitaire du contagium de la variole peuvent se diviser en deux groupes : 1° ceux qui, avec MM. Coze et Feltz attribuent la virulence à des Bactéries; 2° ceux qui avec MM. Luginbühl, Weigert la mettent sur le compte des *Micrococcus*. MM. Coze et Feltz (3) ont découvert en effet des Bactéries dans le sang des varioleux; de plus ce sang injecté dans les veines d'un lapin lui donne une maladie mortelle que ces observateurs rapportent à la variole ; mais M. Chauveau a montré que l'affection à laquelle succombaient les sujets de l'expérience, n'était pas et ne pou-

(1) Lyon médic., 31 déc. 1876.
(2) Rec. de Méd. vét., 15 août 1877. p. 821.
(3) Loc. cit.

vait pas être la variole. Du reste, autre objection, on ne trouve pas de Bactéries chez tous les varioleux. Quoi qu'il en soit, MM. Coze et Feltz et M. Baudouin (1) affirment qu'il y a dans le sang variolique de nombreux batonnets dont l'aspect rappelle le *Bacterium Bacillus*, et le *Bacterium Termo* de Müller. Ces éléments ne ressemblent en rien à ceux qu'on retrouve dans les autres infections et, inoculés, posséderaient le pouvoir de repro duire la variole.

Quant aux *Micrococcus* de la variole, ils ont été étudiés par MM. Luginbühl, Weigert, Hallier, Cohn; de ces micro organismes possèdent les caractères de toutes les Bactéries sphériques et se trouvent dans les boutons varioleux, le réseau de Malpighi, le foie, la rate, les reins, les ganglions lymphatiques. On ne peut insister que sur le fait de la concomitance de la variole et de la présence des *Micrococcus*, puisque l'expérimentation ne peut donner de résultat pour cette affection dont l'évolution complète ne se fait que chez l'homme. On retrouve dans la lymphe vaccinale des Micrococcus analogues, à tous les points de vue, à ceux de la variole; Cohn les considère tous les deux, non pas comme des espèces distinctes, mais comme deux races de la même espèce, le *Micrococcus vaccinæ*.

Scarlatine. — MM. Coze et Feltz ont trouvé dans le sang des scarlatineux, vivants ou morts depuis peu, des batonnets ainsi que des points mobiles; ce sang injecté dans le tissu cellulaire des lapins a quelquefois amené

(1) Thèse de Strasbourg, 1870. Etat du sang dans la variole.

la mort. Le sang des animaux soumis à l'expérimentation présente les mêmes Bactéries que le sang humain scarlatineux ; elles ont seulement un peu plus d'ampliation et d'allongement ; quant aux points mobiles ils paraissent correspondre aux *Micrococcus* de la scarlatine décrits par Hallier.

Rougeole. — L'examen du sang morbilleux a montré aux mêmes expérimentateurs des Bactéries d'une finesse extrême et d'une grande mobilité. L'inoculation de ce sang n'a pas pu produire la mort chez les lapins ; cependant ces animaux ont été malades pendant deux ou trois jours et ont présenté dans leur sang des batonnets très-minces et très-mobiles. Dans la période d'invasion le mucus nasal contient déjà de petits éléments bactériformes.

Diphthérie. Tous les travaux entrepris depuis Tigri (1) par Trendelenburg (2), Œrtel, (3), Letzerich (4), Tommasi, Hueter, au point de vue parasitaire ont attribué la diphthérie à la présence d'un *Micrococcus*. Un cependant fait exception; c'est Ecberth, de Zurich, qui dans un travail publié en 1872, regarde les Bactéries, comme l'agent de la contagion diphtéritique.

D'après de nouvelles recherches, parues en 1873, le pus de la pyohémie, de la péritonite purulente, inoculé, produit la diphthérie par ce fait seul qu'il contient des Bactéries.

(1) Ac. de Méd., 1867.
(2) Archiv für klinish. Chirurg., 1869.
(3) Virchow's Archiv, 1869.
(4) Centralblatt d. Med. Wissensch., 1868.

M. Laboulbène avait bien déjà signalé dans les affections pseudo-membraneuses des *Bacterium* accompagnés de vibrioniens et de *Micrococcus*. Des recherches en collaboration avec M. Ch. Robin avaient abouti au même résultat, mais ces savants n'admettent pas une relation de cause à effet entre les micro-organismes observés et la diphthérie. Pour M. Duchamp, d'après les expériences citées dans sa thèse inaugurale (1875), il y a dans les fausses membranes, des Bactéries, des Vibrions et des granulations.

Pris isolément ces micro-organismes paraissent posséder une action très-nocive, mais leur inoculation ne reproduit pas la diphthérie; la démonstration de la liaison entre le *Micrococcus* et la diphthérie n'est donc pas encore établie par ces dernières expériences.

Fièvre typhoïde. — M. Tigri (1) trouva le premier des Bactéries dans le sang d'un homme mort de fièvre typhoïde. Ces organismes furent également trouvés par MM. Signol (2) (1863), Mégnin (1866) dans le sang des chevaux atteints d'une affection appelée, par les vétérinaires, *Fièvre typhoïde*. Ce sang inoculé à des lapins amena la mort et les mêmes altérations dans le sang. MM. Coze et Feltz (1866) ayant injecté à des lapins du sang typhique ont produit des accidents qu'ils donnent comme analogues et comme accompagnés des mêmes localisations pathologiques sur les glandes de Peyer. Le sang d'un lapin injecté permet comme dans la variole et la scarlatine de pratiquer sur un second sujet une inoculation positive.

(1) C. rend. de l'Ac. des sc., 12 oct. 1864.

(2) C. rend. de l'Ac. des sc., 10 août 1863.

L'espèce de Bactérie qu'on trouve dans ce cas, rappelle le *Bacterium Catenula*, mais ses dimensions en longueur et en largeur seraient moindres.

Morve et Farcin. — La notion universelle du pouvoir contagieux dévolu au liquide provenant d'un animal morveux, avait fait supposer *a priori* l'existence d'un élément de contagion spécial. La première indication fut donnée par Christot et Kiener (1868). Ces expérimentateurs venaient de découvrir dans les productions morveuses et les glandes vasculaires sanguines des animaux atteints de la morve, des Bactéries de 2 sortes : 1° des batonnets animés tantôt d'un mouvement de vibration sur place, et tantôt d'un mouvement de translation rectiligne ou curviligne ; 2° des granulations sphériques de diamètre variable, homogènes, animées d'un mouvement giratoire rapide et d'un mouvement de translation suivant des courbes variées ; ces derniers sont certainement des *Micrococcus*. M. Chauveau, dans une expérience destinée à démontrer que les éléments figurés sont seuls actifs, prend 10 gr. de pus de l'abcès pulmonaire d'un cheval atteint de movre aigue ; les éléments virulents sont si nombreux, que l'eau devient opalescente. Ce pus, lavé 4 ou 5 fois dans 500 gr. d'eau distillée, est recueilli, séché, puis inoculé, et l'animal soumis à l'inoculation, périt de la morve. Un autre, au contraire, auquel on injecte le liquide filtré, ne présente rien d'anormal. Les éléments figurés sont donc seuls actifs. Mais dans la morve comme dans le charbon, la contagion n'est pas toujours démontrée ; il est des cas où la spontanéité paraît incon-

testable : cas de M. Boulay d'Avesnes (1), 3 cas cités dans le Recueil de médecine vétérinaire du 15 juin 1877.

Enfin, cette opinion vient d'être récemment soutenue par M. Delamotte, d'accord en cela avec MM. Tabourin (2), Bonnaud et Chénier (3). On pourrait peut-être voir dans ces cas l'action d'un corpuscule germe jouant à l'égard de la Bactérie morveuse le même rôle que le corpuscule germe du charbon à l'égard du *Bacillus anthracis*. C'est une hypothèse qu'aucune recherche n'a jusqu'ici confirmée. Comme preuve de l'analogie fonctionnelle qui pourrait exister entre les Bactéries de la morve et du charbon, nous rappellerons que M. Bédoin ayant mélangé du borax en poudre (2 grammes) avec du sang de cheval morveux a vu, au bout de sept heures, les Bactéries complètement immobiles. Ces résultats sont conformes à ceux que M. Decroix, vétérinaire de l'armée, a obtenu en traitant par l'acide borique des chevaux atteints du charbon.

Endocardite ulcéreuse. — Dans cette affection, il est bien démontré aujourd'hui que les parois cardiaques et surtout les valvules se trouvent couvertes de masses parasitaires. Les uns pensent que la maladie est due à l'introduction de ces parasites dans l'intimité des tissus ; d'autres, au contraire, comme Hiller, refusent aux Bactéries toute relation causale avec les lésions de l'endocardite ulcéreuse. Gerber et Birsch-Hirschfeld viennent de produire une observation qui est une réfutation com

(1) Rec. de Méd. vét., 15 avril 1878, p. 349.

(2) Rec. de Méd. vét., 15 oct. 1877, p. 1031.

(3) Rec. de Méd. vét., n^os du 15 janvier, 30 mars, 15 juin, 30 juin, 15 juillet, 30 juillet 1877.

plète des idées émises par Hiller; en effet, à l'autopsie, ils ont trouvé des foyers hémorrhagiques disséminés dans divers organes et qui contenaient pour la plupart des corpuscules particuliers appartenant à la classe des Bactéries (1).

Typhus à rechutes. — En 1868, Otto Obermeier découvrit dans le sang des malades atteints de *febris recurrens* des Bactériens appelés par Cohn, *Spirochæte Obermeieri* (voy. p. 77); ces organismes ne s'y rencontrent que pendant la période fébrile; entre les accès, ils disparaissent, mais souvent on les constate de nouveau quelques heures avant le nouvel accès. On ne les trouve plus dès que la convalescence survient. Heidenreich, Weigert, Birsch-Hirschfeld, Cohn, ont confirmé ces observations (2).

Fièvre intermittente. — Dans toutes les analyses d'air faites au milieu des terrains à fièvre, on a trouvé de nombreux organismes inférieurs; je renvoie à un travail antérieur pour plus de renseignements (3), et je me borne à signaler les observations de M. L. Griffini, qui a trouvé dans la rosée des lieux à fièvre des *Vibrio Bacillus*, *Lineola*, *Bacterium Termo*, *Catenula*, des Bactéridies, etc. (4).

(1) Ueber einen Fall von Endocarditis ulcerosa und das Vorkommen von Bakterien in dieser Krankheit. *in* Arch. der Heilk., 1877, t. XVII, p. 208.

(2) Cohn. Beitræge... 1876. Bd. 2.—Heidenreich. Ueber die Schraubenbacterie der Rüchfailstyphus *in* Petersb. med. Wochensch., 1876.

(3) Ant. Magnin. Rech. géol., bot. et stat. sur l'impaludisme dans les Dombes, et le miasme paludéen. Paris, 1876.

(4) Arch. trien. del labor. di botan. crittog. di Pavia. Milan, 1876.

§ 4. *Du rôle des Bactéries dans les lésions chirurgicales.*

Existence des Bactéries dans les liquides sécrétés par les lésions chirurgicales. Depuis le jour où la thérapeutique est entrée dans une voie véritablement scientifique, l'étude des liquides sécrétés au niveau des tissus divisés a pris une grande place dans les observations et les recherches des chirurgiens. Petit à petit, la discussion des méthodes opératoires est descendue au second plan, si bien qu'aujourd'hui, soit dans la presse, soit dans les sociétés, on s'inquiète fort peu en réalité des procédés ou de la forme des lambeaux, mais on se passionne pour toutes les questions qui de loin ou de près touchent à la physiologie pathologique des solutions de continuité. Il y a trente ans, c'est à la chimie qu'on demandait l'explication des phénomènes complexes qui favorisent ou entravent la cicatrisation des plaies, aujourd'hui c'est surtout au microscope, ou plutôt c'est à cette partie de la chimie qui est le plus particulièrement redevable au microscope des progrès qu'elle a accomplis, c'est-à-dire à la science des ferments, à la chimie zymotique. Montrer par quels travaux s'est accusée cette tendance, à quelles constatations ils ont abouti, quels progrès ont été réalisés, tel est le but que nous nous proposons dans ce paragraphe.

Des Bactéries dans les liquides exposés à l'air. — Il suffit pour se rendre compte de l'importance des Bactéries au point de vue chirurgical, de prendre une goutte de pus au contact d'une plaie et de la porter sous le microscope, dans la majorité des cas on y constatera la présence de

Bactéries. Et véritablement, si l'on se reporte à ce que nous avons dit plus haut, il n'y a rien là qui doive étonner, puisque nous connaissons la facilité avec laquelle ces végétaux se développent dans tous les liquides de l'organisme, et la résistance qu'ils offrent aux agents qui ne sont pas de puissants modificateurs. Cependant tous les pus ne sont pas également propices au développement de ces parasites; il est facile de remarquer que ces derniers sont plus abondants dans les pus de mauvaise nature, dans ceux qui sentent mauvais et commencent à exhaler l'odeur de l'acide butyrique; on a également plus de chance d'en rencontrer dans le pus qui a séjourné longtemps au contact des plaies anfractueuses, mais tout en constatant ces différences, il nous faut bien avouer qu'elles n'ont rien d'absolument fixe, et surtout qu'elles ne sont pas en rapport constant avec les conditions qui président à la genèse de la putridité.

Il est certain d'ailleurs que le milieu dans lequel est tenu le malade, la qualité de l'air dans lequel est baignée la plaie, sont des conditions dont il faut tenir compte. Et c'est là une conséquence de ce que nous avons exposé relativement à l'existence des germes dans l'air; par exemple lorsqu'on soumet à la macération dans de l'eau distillée, des poussières recueillies dans un hôpital d'une part, et d'autre part des poussières provenant d'un milieu tout différent, prises à la campagne par exemple, les premières donnent lieu bien plus rapidement à la production de *Micrococcus*, etc., en bien plus grand nombre (L. Jullien). Or, il est évident que ce résultat est exactement applicable au sujet qui nous occupe, puisqu'en définitive le pus des plaies exposées à l'air peut être assimilé dans une certaine mesure à des infusions de poussières.

Quant aux éléments qu'on y rencontre ils sont également variables ; le plus souvent les Cocco-bactéries se présentent sous forme de chaînettes (Strepto-bactéries); ils ne sont que rarement animés de mouvement.

C'est au bout de seize à vingt-quatre heures que l'on peut surprendre l'apparition des Bactéries à la surface des plaies; on sait, en effet, que dans les premières heures qui suivent la division des tissus, le seul exsudat qui se fasse jour n'est pas du pus, mais une sérosité d'un jaune rosé ; dans ce liquide inflammatoire, au sein duquel se trouvent toujours une assez grande quantité de globules sanguins, les parasites n'apparaissent pas immédiatement; mais, ainsi que je l'ai dit, au bout d'un ou deux jours se montrent les Micrococcos, les Bactéries en chaînette des variétés petite ou moyenne; il semble donc, comme le fait remarquer avec raison G. Nepveu, auquel nous devons un beau travail sur le *rôle des organismes inférieurs dans les lésions chirurgicales* (1), que cette première sécrétion des plaies soit tout à fait propice au développement des Bactéries (Coccos et strepto-coccos) et peut être pourrait-on tirer de ce fait un argument à l'appui de leur formation et de leur existence dans le sang. — Plus tard avec la suppuration franche se multiplient encore les organismes inférieurs ; toutefois il est à noter qu'ils restent toujours peu abondants à la surface des plaies de bonne nature. Vient-on à recueillir ce pus et à le conserver à l'air libre pendant quelque temps, on peut suivre le développement croissant des germes. Une remarque qui a bien son importance et qui est due à M. le D[r] Mollière (de Lyon), c'est que les phénomènes de la putridité sont de beaucoup hâtés par la présence

(1) Gaz. médicale de Paris, 1875.

du sang dans le liquide purulent. Une certaine quantité de pus provenant d'un abcès profond vidé par l'aspiration et sans mélange avec le sang, fut exposée à l'air pendant 15 jours, sans qu'au bout de ce temps aucune mauvaise odeur se fût développée.

Des Bactéries dans les collections purulentes, non exposées à l'air. — En 1875, dans sa séance du 26 février, le Dr Albert Bergeron communiqua à l'Académie des sciences, le résultat d'observations nombreuses, faites dans le service du professeur Gosselin, pour rechercher si le pus des abcès contenait des Bactéries. Voici les conclusions de son mémoire :

« 1°. Les vibrions se rencontrent dans le pus des abcès, sans que l'organisme en soit toujours profondément affecté, et sans que l'on puisse invoquer le contact de l'air extérieur; 2° on ne saurait admettre non plus que dans ces cas, les vibrions puissent pénétrer dans le foyer de l'abcès par le système lymphatique ou le système circulatoire sanguin, tous deux absolument intacts; le pus des abcès chauds, chez l'adulte, renferme souvent des vibrions; s'il en renferme chez l'enfant, le fait n'a pas été observé; 3° le pus des abcès froids chez l'adulte comme chez l'enfant n'en contient jamais; 4° les vibrions peuvent être considérés comme indiquant un état inflammatoire sérieux et une certaine tendance à la décomposition des humeurs qui les renferme, sans exercer cependant le plus souvent une action toxique sur l'organisme; 5° l'auteur est loin de rejeter l'intervention possible des vibrions sur la pathogénie de l'infection purulente, et se fonde précisément sur leur absence dans le pus des abcès chauds chez les enfants pour

expliquer comment dans la plupart des cas, ceux-ci se trouvent si heureusement à l'abri de la septicémie ».

Les conclusions du mémoire de M. Bergeron furent l'objet des plus vives discussions. Selon la théorie en vigueur, en effet, il ne devrait jamais y avoir de développement de parasites sans que les germes n'en eussent été apportés par l'air ; si donc l'on admettait l'exactitude de ces observations, c'en était fait de l'explication donnée par M. Pasteur. Ajoutons d'ailleurs que maintes fois, au lit du malade, le microscope avait fourni des données absolument opposées. Quelque temps avant notamment, M. Bouloumié avait formellement établi, à la suite de longues recherches, que le pus provenant d'une collection quelconque non en communication directe ou indirecte avec une plaie, ne renfermait jamais d'éléments organisés, mobiles ou immobiles, pouvant être considérés comme des microzoaires ou des microphytes, autres que des points mobiles très-réfringents, souvent accolés deux à deux.

Nous n'oserions dire que les longues discussions dont ces communications sont devenues le point de départ, aient porté la lumière sur les graves problèmes qu'elles avaient la prétention de résoudre. Qu'il nous suffise d'avoir indiqué ces différentes manières de voir.

Des effets des Bactéries. — Il serait téméraire de vouloir porter dès aujourd'hui un verdict définitif sur le plus ou moins de nocuité des Bactéries. Au début des études qui en ont amené la constatation dans beaucoup de liquides pathologiques, on crut avoir enfin trouvé l'explication des phénomènes si obscurs qui retardent ou compliquent le travail de la réparation des plaies.

Mais que penser aujourd'hui du rôle si redoutable qu'on avait tout d'abord attribué au microbe, quand on s'assure que son développement n'est point entravé par les moyens dont la clinique a le plus à se louer ? Ce sont là de difficiles problèmes, sur lesquels l'avenir fera sans doute la lumière, mais dont, je le repète, malgré la masse de travaux qu'ils suscitent chaque jour, il ne nous est pas possible de formuler pleinement aujourd'hui la solution ; essayons pourtant d'exposer ce que l'expérimentation nous a appris jusqu'à présent.

A la surface d'une plaie granuleuse, n'offrant à l'absorption aucun orifice vasculaire ou lymphatique, il est permis de croire que le microbe ne constitue qu'un danger très aléatoire. Qu'il se multiplie dans une mesure plus ou moins considérable, il absorbera une plus ou moins grande quantité d'oxygène, et donnera peut-être naissance par suite de décomposition chimique à un virus, à la surface de la plaie, laquelle du reste, n'en parviendra pas moins à la cicatrisation. Mais qu'une solution de continuité vienne à dissocier l'épaisse couche des bourgeons charnus, que par les mouvements spontanés du malade, par ceux qu'on lui imprime pendant les pansements, les pressions, les manipulations auxquelles il était naguère d'usage de les soumettre, une déchirure soit produite, l'agent infectieux pourra pénétrer tant dans le courant sanguin que dans les lymphatiques et la porte sera ainsi ouverte aux complications soit locales, soit générales.

Comme complication locale, nous devons citer surtout l'*abcès de voisinage*. Si l'on discute encore sur la présence des Bactéries dans le pus des abcès spontanés, développés au sein des tissus, tous les obser-

vateurs sont d'accord en ce qui concerne les collections purulentes secondaires. M. Bouloumié nous a appris que dans le pus provenant d'abcès développés dans les parties voisines d'une plaie, quelles que fussent son étendue et sa profondeur, on pouvait constater, au moment même où il était extrait, toutes les formes et variétés de micro-organismes trouvées dans le pus de la plaie, ou quelques-unes seulement, suivant que l'abcès s'était développé dans les parties en continuité ou en contiguité de tissus avec la plaie. Il n'y a donc pas de doute qu'il ne s'agisse dans ce cas de l'absorption de ces éléments, ou tout au moins de leur cheminement dans les canaux, soit veineux, soit lymphatiques. L'influence phlogogène des micro-organismes jetés ainsi au milieu des tissus sains, même de ceux qui s'enflamment le plus difficilement, est facile à démontrer. Voici sur ce point une série d'expériences inédites que nous a communiquées notre ami, le Dr Louis Jullien.

EXPÉRIENCE I. — Ayant recueilli de la poussière dans les salles de la clinique chirurgicale à Lyon, je la mis dans un flacon avec de l'eau distillée. Au bout de quelques jours j'avais ainsi donné lieu au développement de micro-organismes très-nombreux, parmi lesquels dominaient des bactéries.

Le 20 mai 1873, j'aspire avec une seringue Pravaz, quelques gouttes de ce liquide et après avoir ponctionné le globe oculaire droit d'un lapin, j'en injecte quatre gouttes. Immédiatement après l'iris est bombé en avant, prend une teinte louche, la pupille se dilate irrégulièrement.

A la suite de cette injection, une inflammation épouvantable se déclare.

Le 25, je note une conjonctivite intense, un peu de dépoli de la cornée dont l'épithélium a disparu en certains points. A la face postérieure de la cornée, nuage blanchâtre occupant

toute la partie inférieure de l'ouverture pupillaire, plus opaque en certains points, paraissant être un hypopyon; iris toujours bombé en avant, tomenteux, d'un rouge violacé, pupille rétrécie.

4 juin. L'iris est toujours très-bombé en avant au point de toucher la cornée, le cristallin est également repoussé en avant.

Le 5. A l'aide d'une ponction aspiratrice, je retire du corps vitré une sorte membrane ayant la forme d'un filament blanchâtre; l'examinant au microscope, je reconnais la présence de globules de pus, des cryptococcos et des bactéries.

Le 10. L'inflammation oculaire est calmée, mais il reste une cataracte.

Exp. II. — La même que la précédente. La seringue une fois retirée du corps vitré où quatre gouttes furent injectées, il se forme un chémosis provenant sans doute de ce qu'un peu du liquide s'est extravasé dans la couche sous-conjonctivale. Opération faite le 25 mai.

Le 29. Vive inflammation oculaire, conjonctive d'un rouge uniforme, cornée louche, d'une teinte gris-perle, iris très-rouge, tuméfié. L'animal paraît souffrir beaucoup quand on l'examine.

Le 30. Toujours beaucoup d'inflammation, l'oreille est très-chaude, la fièvre est intense.

4 juin. On constate une cataracte capsulaire, blanche, laiteuse, éclatante.

Le 5. Aspiration au moyen de la seringue de Pravaz. Une membrane blanche paraît et est portée sous le microscope. On y constate des globules de pus en très-grand nombre, une très-grande quantité de petits corps jaunâtres très-réfringents, ressemblant à des cryptococcos, enfin un petit nombre de bactéries.

Le 10. L'inflammation est toujours considérable; il y a atrésie pupillaire. Iris très-rouge, tomenteux, pupille très-petite, laissant voir un cristallin blanc éclatant.

Exp. III. — Pour contrôler les expériences précédentes, je

fais une injection d'eau distillée dans l'œil d'un lapin. L'injection a bien pénétré. Comme dans le cas précédent un chémosis s'est produit.

10 juin. Il n'est pas possible de distinguer l'œil dans lequel a été pratiquée l'injection. Aucune réaction d'aucune sorte, ni locale, ni générale.

La propriété phlogogène des micro-organismes étant bien démontrée, nous comprenons à merveille la pathogénie des abcès de voisinage, et nous concevons aussi la formation consécutive de nouveaux abcès à la suite des premiers ; c'est là une des manifestations dérivant du processus local par lesquelles va s'affirmer l'infection purulente.

En fait de complication générale, il nous faut signaler la pénétration du microbe dans le sang et la possibilité, grâce à ce liquide, de voir transporter l'agent infectieux dans tous les organes où il ira former soit des foyers de ramollissement et de suppuration, auxquels on a donné le nom d'abcès métastatiques, soit par un mécanisme un peu différent, de véritables embolies.

Un fait bien curieux a été publié, il y a quelque temps, à l'appui de cette manière de voir ; cette observation est due à Hjalmar Helberg (de Christiania). Chez une femme dont la muqueuse utérine avait été trouvée couverte en grande abondance de micro-germes, les tissus de l'œil présentaient une série de lésions que l'examen microscopique permit de rattacher à la présence des parasites. Dans les cellules de la cornée, dans les vaisseaux de la choroïde et de la rétine se voyaient de véritables bouchons contenant des Bactéries identiques aux micro-organismes trouvés dans les parties

génitales. L'auteur admet que l'inflammation oculaire avait été produite par des embolies septiques.

Je n'insisterai pas davantage sur le processus embolique, qui est étudié dans un autre chapitre de ce travail.

Pour me résumer, je dirai que, en ce qui concerne l'influence des Bactéries sur les plaies elles-mêmes, nous ne savons rien encore de positif, puisque, ainsi que je l'ai dit, on trouve ces parasites à la surface des solutions de continuité qui marchent le plus rapidement et le plus sûrement à la guérison. Mieux renseignés relativement à la généralisation du processus, et à l'infection de l'organisme par les produits formés à la surface de la plaie nous ne pouvons nous dissimuler que beaucoup de nos données frisent encore de bien près l'hypothèse et qu'il serait imprudent de les accepter encore comme invariablement assises. Selon toute probabilité nous trouverons la clé de ces obscurités quand nous saurons mieux distinguer les diverses sortes de microphytes. En effet, tandis que Billroth n'admet que deux types fondamentaux invariables, le Coccos et la Bactérie, Weigert a émis récemment des vues tout opposées très-analogues à celles que nous avons exposées à propos des Bactéries des fermentations, des Bactéries chromogènes, qui d'après MM. Pasteur et Cohn constituent autant d'espèces physiologiques qu'il y a de fermentations et de colorations différentes, Selon M. Weigert, il y aurait une infinité de sortes de Bactéries qui résulteraient de ce que chaque *Micrococcus* prend des propriétés vitales spéciales suivant le milieu où il se trouve, et par conséquent donne naissance par

suite des décompositions qu'il opère en accaparant l'oxygène, à des produits chimiques divers agissant comme virus morbides.

Influence des notions précédentes sur la thérapeutique. — Nous venons de faire voir que pour beaucoup d'auteurs les germes sont l'origine de la plupart des complications des plaies ; il était donc naturel que l'on cherchât à prévenir leur développement. Pour arriver à ce résultat les cliniciens ont usé de moyens soit physiques, soit chimiques.

Se basant sur les idées de M. Pasteur relativement à la possibilité du filtrage et de l'épuration de l'air au moyen de l'ouate, M. Alphonse Guérin s'avisa de recouvrir les plaies d'une quantité considérable de coton, et réalisa, le fait ne saurait être contesté, un immense progrès dans la thérapeutique des grands traumatismes. Mais tandis que le chirurgien attribuait ses succès à l'absence des germes et s'efforçait d'en faire remonter tout le mérite jusqu'à M. Pasteur, les micrographes n'eurent pas de peine à constater que loin d'en être exempt le pus des plaies tenues sous bandage fourmillait de micro-organismes : c'était donc à de tout autres conditions que devait être rapporté le très-réel progrès réalisé par M. Guérin. La température constante, l'immobilité absolue, la compression continue et par conséquent l'absence de toute déchirure, le défaut absolu de bouches absorbantes à la surface de la plaie sont vraisemblablement les circonstances heureuses auxquelles ont été dues tant de guérisons depuis 1870.

Parmi les agents chimiques auxquels on a recours, il faut citer en première ligne l'acide phénique préconisé

particulièrement par Lister. Pas plus que pour M. Guérin on ne peut contester que le fait de n'opérer que sous un nuage formé par la pulvérisation d'une solution phéniquée, et de n'appliquer sur la plaie que des matières dès longtemps soumises à l'action de l'acide phénique, n'ait augmenté dans une proportion considérable le nombre des guérisons après les grandes opérations chirurgicales ; mais cette fois encore l'interprétation faisait fausse route en cherchant dans l'éloignement de tout microbe le secret de ces belles statistiques, car dans la grande majorité des cas, Virchow ne put constater de différence appréciable entre le pus des plaies traitées selon les méthodes anciennes et celui des plaies soumises à celle de Lister. Et cependant l'infection purulente disparaît, les complications de toutes sortes diminuent singulièrement de fréquence, et la réunion par première intention est tentée et souvent obtenue maintenant pour des plaies très-étendues, alors qu'autrefois il fallait désespérer de la voir se produire même dans les cas en apparence les plus favorables ! Réjouissons-nous d'avoir à enregistrer de tels résultats, et si nuageuses que soient encore les théories actuelles sur les Bactéries, reconnaissons que les travaux de MM. Pasteur et F. Cohn ont au moins eu le mérite d'inspirer les grandes réformes dont s'enorgueillit aujourd'hui, et à si juste titre, la chirurgie opératoire.

Beaucoup d'autres substances ont été encore préconisées pour mettre obstacle au développement des germes; bornons-nous à citer le permanganate de potasse, les hyposulfites, l'eau chlorée, la teinture d'eucalyptus, dont l'action est plus que douteuse. Notons pourtant encore la glycérine, qui, très-avide d'eau. a la propriété d'enchaî-

ner les mouvements des Bactéries en déterminant à leurs dépens une exosmose considérable.

Pour ce qui a trait à l'origine des micro-organismes, nous n'y reviendrons pas ici. Le lecteur saura se reporter à celui de nos chapitres où cette question a déjà été traitée.

CONCLUSIONS

On peut résumer ainsi l'état actuel de nos connaissances sur les Bactéries.

1° Les Bactéries sont des organismes cellulaires de nature végétale.

2° Leur organisation est plus compliquée qu'on ne l'a cru pendant longtemps; les principaux points mis en lumière sont : leur structure, la présence des cils, la nature des substances contenues dans le protoplasme, granules colorés, grains de soufre, etc.

3° Les formes de *Torula*, *Zooglœa*, *Leptothrix*, *Mycoderme*, etc., dont la signification est mieux connue, correspondent à des états différents des mêmes espèces.

4° Les affinités multiples des Bactéries, d'un côté avec les Algues, de l'autre avec les Champignons, entendues d'une façon différente par les auteurs, leur développement inconnu encore pour la plupart des espèces, font que la classification de ces êtres ne peut être établie que d'une façon provisoire.

5° Ce développement, bien étudié dans plusieurs espèces de *Bacillus*, a prouvé que la multiplication des

Bactéries pouvait se faire non-seulement par scissiparité, mais aussi par formation de spores et même par de véritables sporanges.

6° Ces spores ou germes permanents sont les principaux moyens de dissémination de ces organismes inférieurs.

7° Quant à leur rôle dans les fermentations, la putréfaction, les maladies contagieuses et les lésions chirurgicales, malgré le nombre considérable de travaux dont les Bactéries ont été l'objet à ces divers points de vue, il n'est pas encore possible de le définir d'une manière certaine.

BIBLIOGRAPHIE.

1722. Leeuwenhoeck — Op. omnia, t. I; Anat. et Contemp., p. 37, Lugd. Batav.

1773. Muller O. F. Vermium terrestrium et fluviatilium historia.

1786. Muller O. F. — Animalia infusoria fluv. et marina.

1793. Lavoisier. — Traité élémentaire de Chimie, t. II.

— Scheele. — Sämmtliche Werke, t. II, p. 249.

1799. Fabroni. — Mém. sur les ferment. vineuse, putride, acéteuse. *In* Ann. de Chimie, t. XXXI.

— Spallanzani. — Opuscules de physique animale et végétale, tra duits par Senebier, 1877.

1800. Proust. — Expérience sur l'urine, *in* Ann. de Ch. et Phys., t. XXVI.

— Proust. — Faits pour la connaissance des urines et des calculs. Ann. de Chim. et Phys., 2e série, t. XIV.

1803. Berthollet. — Statistique chimique, t. II.

1804. De Saussure. — Recherches sur la végétation, p. 143.

1810. Gay-Lussac. — Mémoire sur la ferment., *in* Ann. de Chim., t. LXXVI.

1815-23. Barthélemy — Comptes-rendus des travaux de l'École d'Alfort.

1822. Gaspard. — Mémoire phys. sur les maladies purulentes et putrides. *In* Journ. de Magendie.

1823. Dobereiner. — Journ. de Schweigger, t. VIII.

1824. Bory de Saint-Vincent. Encyclopédie méthodique.

1825. Colin. — Mém. sur la fermentation vineuse. *In* Ann. de Chim. et Phys., 2e série, t. XXVIII.

— Desmazières. — Sub myeoderma cerevisiæ et malti-juniperini (Ann. des Sc. nat. 1re série, t. X).

1828. Dumas et Boullay. Ann. de Chim. et Phys., t. XXXVII.

— Turpin. — Mém. sur la fermentation alcoolique et acéteuse. Mém. de l'Ac. des Sc.

1829. Berzelius. — Traité de Chimie, t. VI.

1830. Bory de Saint-Vincent. Dict. classique d'hist. nat.

1836. Cagniard de Latour. — Ann. de Chim. et de Phys. 2e série, t. LXXVIII. Mémoires de l'Institut, 23 novembre.

— Donné. — Animalcules observés sur les matières purulentes et le produit des sécrétions des organes génitaux de l'homme et de la femme. C. R. Ac. des Sc., t. III, p. 385.

1837. Donné. — Recherches sur la nature des mucus et des divers écoulements produits par les organes génito-urinaires de l'homme et de la femme. C. R. Ac. des Sc., t. IV, p. 464.

— Schwann. — Ann. de Poggendorf, t. XLI.

1838. Ehrenberg. — Infusoriens Thiere.

— Kutzing. — Répertoire de Chimie.

1841. Dujardin. — Hist. nat. des Zoophytes infusoires. Paris.

1842. Darat. — Abcès multiples et présence du pus dans le système vasc. Th. de Paris.

1843. Dumas. — Traité de Chimie appliquée aux arts, t. VI.

1844. Gunther. — Développement des abcès dans le poumon des chevaux. *In* Mag. f. die Gesammte Heilk.

— Pelouze et Gelis. — Ferment. butyrique. *In* Ann. de Ch. et Phys., t. X, p. 434.

— Pelouze et Gelis. — Fermentation lactique. *In* Ann. de Ch. et Phys., t. X.

1845. Lebert. — Phys. pathologique.

1846. Castelnau et Ducrest. — Cas où l'on observe des abcès multiples. *In* Mém. Ac. de méd.

1847. Ch. Robin. — Des fermentations. Thèse d'agrégation.

— Dubrunfaut. — Sur une propriété analyt. des ferment. alcoolique et lactique. *In* Ann. de Chimie et Physique, 3e série, t. XXI.

1849. Pouchet. — Infusoires microscopiques dans les déjections alvines des cholériques. C. R. Ac. des Sc., 23 avril.

— Sédillot. — De l'infection purulente ou pyohémie. Paris.

1852. Perty. — Zür Kentniss kleinster Lebensform. Berne.

— Thomson. — Ann. der Chem. und Pharmacie, t. LXXXIII.

1853.—Cohn.—Ueber die Entwicklung. mikroscop. Algen u. Pilze Nova acta Acad. nat. cur. XXIV.

1855. Gangee. — Exp. sur l'inject. du pus dans les vaisseaux sanguins. *In* Gaz. méd. de Lyon.

— A. Hill Hassall. — Report on the examination of certain atmospherer during the epidemic of Cholera, by Dr Thomson. *In* the Relation of Cholera epidemic of 1854, p. 119.

— A. Hill Hassall. — Report on the microscopical examination

of the Blood and excretion of Cholera Patients. *In* Relation of epidemic Cholera of 1854.

1855. POLLENDER. — Etude microscopique et microchimique du sang]de rate. *In* Vierteljahrschr. f. gerichtl. medizin, t. XIII, p. 103.

— RAINEY.— In general Board of Health ; appendix to rep., of the committee for scient. Inquiry in relation to the Cholera epidemic of 1854.

1856. PANUM. — Biblioth. f. loeger ou Schmitt's jarhbucher.

1857. BRAUELL. — Sur le sang de rate *in* Virchows Archiv., t. XI, p. 132, et t. XIV, p, 432.

— PASTEUR. — Mémoire sur la fermentation appelée lactique C. R. Ac. des Sc., t. XLV.

1858. PASTEUR. — Mém. sur la fermentation de l'acide tartrique. C. R. de l'Ac. des Sc., t. XLVI, p. 615.

— POUCHET et HOUZEAU. — Proto-organismes végét. et anim. nés spontanément dans l'air artific. C. R. Ac. des Sc., t. XLVII, p. 982.

1859. C. DAVAINE. — Traité des entozoaires. Paris.

— PASTEUR. — Nouveaux faits pour servir à l'histoire de la levûre lactique. C. R. Ac. des Sc., t. XLVIII, p. 337.

— POUCHET. — Hétérogénie ou générat. spont. Paris.

— POUCHET. — C. R. Ac. des Sc., t. XLVII, XLVIII, L, LI.

1860. JACQUEMART. — Ann. de phys. et de chim. 3° série, t. VII.

— JOLY ET MUSSET. — Exp. sur l'hétérogénie. C. R. Ac. des Sc., t. LI, p. 627.

— HOFFMANN. — Études mycologiques sur la fermentation. Ann. des Sc. nat. bot., t. XIII.

— MULLER. — Journal F. Prakt.-Chemie, t. LXXXI.

— PASTEUR. — Expériences relatives aux générat. dites spontanées, C. R. Ac. des Sc.. t. L.

— PASTEUR. — De l'origine des ferments. C. R. Ac. des Sc., t. L.

— PASTEUR. — Recherches sur le mode de nutrition des Mucédinées. C. R. Ac. des Sc., t. LI.

— PASTEUR. — Nouvelles expériences relatives aux générat. dites spontanées. C. R. Ac. des Sc., t. LI.

— Note relative au *Penicillum glaucum*. C. R. Ac. des Sc., t. LI.

— DE QUATREFAGES.— Nouv. rech. faites en 1859 sur les maladies actuelles du ver à soie. (Paris, Masson.)

— SAINT-PIERRE. — De la fermentation et de la putréfaction. Thèse d'agrégation de Montpellier.

1829-61. Ehrenberg. — Abhand. Akad. der Wissensch. zü Berlin.

1861. Pasteur. — Expériences et vues nouvelles sur la nature des fermentations. C. R. Ac. des Sc., t. LII.

— Pasteur. — Animalcules infusoires vivant sans oxygène libre et déterminant des fermentations. C. R. Ac. des Sc., t. LII.

1862. Monoyer. — Thèse d'agrégation. Des fermentations. Strasbourg.

— Pasteur. — Examen de la doctrine des générations spontanées. Ann. de Chim. et Phys., 3e série, t. LXIV.

— Pasteur. — Discussion relative à la générat. spontanée. C. R. Ac. des Sc.

— Pasteur. — Mém. sur les corpuscules organisés qui existent en suspension dans l'athm. C. R. Ac. des Sc., t. LII et Ann. de Chim. et Phys., 3e série, t. LIV.

1863. C. Davaine. — Recherches sur les maladies charbonneuses. C. R. Ac. des Sc., t. LVII, p. 220, 351, 386, et t. LIX, p. 393.

— Flourens. — Note sur l'infection purulente. *In* C. R. Ac. des Sc.

— Lemaire. — Recherches sur les microphytes, les microzoaires et les fermentations. C. R. Ac. des Sc.. t. LVII, p. 625. t. LIX, p. 317-425.

— Pasteur. — Examen du rôle atttribué au gaz oxygène atmosphérique dans la destruction des matières animales et végétales après la mort. C. R. Ac. des Sc., t. LVI, p. 734, 20 avril.

— Pasteur. — Recherches sur la putréfact. C. R. Ac. des Sc., t. LVI.

— Signol. — Présence, des bactéries dans le sang. C. R. Ac. des Sc., 10 août, t. LVII, p. 348.

— Tigri. — Sur la présence d'infusoires du genre *Bacterium* dans le sang humain. C. R. Ac. des Sc., 12 oct., t. LVII, p. 633.

— Tigri. — Note sur un nouveau cas de Bactérie dans le sang d'un homme mort de fièvre typhoïde. C. R. Ac. des Sc., t. LVII, p. 833, 16 novembre.

1864. C. Davaine. — Recherches sur les Vibrioniens. C. R. Ac. des Sc., t. LIX.

— Davaine et Raimbert. — Sur la présence des Bactéridies dans la pustule maligne chez l'homme. C. R. de l'Ac. des Sc., t. LIX, p. 429.

— Leplat et Jaillard. — De l'action des Bactéries sur l'économie animale. C. R. Ac. des Sc , t. LIX, p. 250, 1er août.

1864. PASTEUR. — Mémoire sur la ferment. acétique. Ann. scient. de l'Ecole normale, t. I.

— POUCHET. — Production de Bactéries et de Vibrions dans les phlegmasies des bronches, des fosses nasales et du conduit auditif externe. C. R. Ac. des Sc., 7 nov., t. LIX, p. 748.

— TIGRI. Considérations sur les infusoires du genre *Bacterium* présentées à l'occasion des observ. de MM. Leplat et Jaillard. C. R. Ac. des Sc., t. LIX, p. 525, 19 sept.

— VAN TIEGHEM. — Recherches sur la fermentation de l'urée et de l'acide hippurique. Ann. scient. de l'Ecole normale, I. et C. R. Ac. des Sc., t. LVIII.

— DE VAURÉAL. — Essai sur l'histoire des ferments. Paris.

— OTTO WEBER. — Etude expérimentale sur la pyémie, la septicémie et la fièvre. *In* Deutsche Klinik.

1865. BILLROTH. — Observations sur les fièvres traumatiques et les complications accidentelles des blessures. *In* Archiv. f. Chirurg.

— DAVAINE. — Rech. sur la nat. et la const. anat. de la pustule maligne. C. R. Ac. des Sc., t. LX, p. 1296.

— LEPLAT et JAILLART. — Note sur la non-existence des Bactéries chez les lapins morts à la suite d'inoculation du charbon avec les phén. du sang de rate. C. R. Ac. des Sc., t. LXI, p 298.

— LEPLAT et JAILLARD. — Nouvelles expér. pour démontrer que les Bactéries ne sont pas la cause du sang de rate. C. R. Ac. des Sc., t. LXI, p, 436.

— RABENHORST. Flora europœa Algarum aquæ dulcis et submarinæ. Leipsig.

1866. BÉCHAMP. Réponse aux observ. de M. Pasteur etc. C. R., séance du 3 sept., p. 426.

— A. CHAVANNES (de Lausanne). — Les principales maladies des vers à soie. Genève, Cherbulier, 1866.

— COZE et FELTZ. — Recherch. expér. sur la présence des infus. dans les maladies infect. Paris et Strasbourg.

— DAVAINE. — Sur la présence constante des Bactéridies dans les animaux infectés de maladies charbonneuses. C. R. Ac. des Sc., t. LXI, p. 334.

— DAVAINE. — Recherche sur une maladie sceptique de la vache regardée comme de nature charbonneuse. C. R. Ac. des Sc., t. LXI, p. 368.

— DONNÉ. — Sur la génération spontanée des animalcules infusoires. C. R. Ac. des Sc., t. LXIII, p. 1072, 17 décembre.

1866. Donné. — De la génération spontanée des moisissures végétales et des animalcules infusoires. [C. R. Ac. des Sc., t. LXIII, p. 301, 14 août.

— Guérin-Méneville. — Note sur la maladie des vers à soie. C. R. 3 sept, 1866.

— Himmer. — Etude sur l'effet des matières putrescentes sur l'organisme animal. Munich.

— Joly. — Examen critique du mém. de M. Pasteur ayant pour titre « Nouv. Etudes sur la maladie des vers à soie. » (Ext. du Journ. d'Agric. prat. et d'écon. rur. pour le midi de la France, sept.).

— Mégnin. — Sur l'affection typhoïde du cheval. C. R. Ac. des Sc., t. LXII, p. 1005, 30 avril.

— Pasteur. — Etudes sur le vin. Paris.

— Pasteur. — Nouv. étud. expér. sur la maladie des vers à soie. C. R., t. LXIII, 27 novembre 1866.

— Scaweninger. — De l'effet produit par des substances sur l'organisme. Munich.

— Tigri. — Nouvelles recherches sur les maladies caractérisées par la présence des Bactéridies. C. R. Ac. des Sc., t. LXII, p. 294, 5 fév.

1867. Donné. — Expérience relative aux générations spontanées des animalcules infusoires, t. LXIV, 27 janvier.

— Muller (L). — Etude sur le poison putride comme cause de maladie et de mort. Munich.

— Onimus. — Expérience sur la genèse des leucocytes et sur la génération spontanée. *In* Journal de l'Anat. et de la Phys. de M. Ch. Robin, 4e année, p. 47.

— Ch. Robin. — Leçons sur les humeurs. Paris.

— A. Schmitz. — Sur la question du poison putride. *In* Dissert. inaug. Dorpat.

— Tigri. — Cryptog. rameux trouvé dans les exsudats. C. R. Ac. des S

— Van Tieghem. — Recher. pour servir à l'histoire des Mucédinées. Fermentation gallique. Ann. des Sc. nat., Bot, 5e série, t. VIII,

— Weidenbaum. — Etudes expér. sur l'isolement du poison putride. *In* Diss. inaug. Dorpat.

1868. C. Davaine. — Art. Bactérie. Dict. encyclopédique des Sc. med.

— Keber. — Organismes de la lymphe vaccinale. Dantzick.

1868. De Seynes. — Des rapports des Mycodermes et des levûres. (Bull. Soe. Bot. Fr., t. XV.)

— De Seynes. — Sur le Myeoderma vini. (C. R. Ae. des Se., 13 juillet).

1869. Hoffmann. — Mémoire sur les Bactéries. Ann. des Se. nat. bot., 5e série, t XI, et Botanisehe Zeitung. Av. et mai.

— De Ranse. — Du rôle des Mierozoaires dans les maladies. *In* Gaz. Méd.

— A. Schmidt. — Reeherehe sur la sepsine. *In* Dissert. inaug.

— De Seynes. — Note sur les Mycodermes de l'urine des diabétiques. (Journ. de l'Anat. et Phys. norm., etc., t. VI, p. 67.)

1870. Billings et Curtis. — Ch. Disease of Casttle in the United-States. *In* Am. Journ. of Med. Science. Octobre.

— L. Lortet. — Les Végétaux parasites et les nouvelles recherches sur les maladies virulentes et contagieuses. (Ann. Dermat., t. II, p. 29.)

— E. Maillot. — Congrès sérieicoles internationaux tenus à Goritz et à Udine en 1870 et 1871.

— Max Reess. — Botan. Untersuch. über die alkoolgärugspilze. Leipzig.

— De Seynes. — Expér. physiologiq. sur le Penieillum glaueum. (Soe. philom., 9 av.).

— De Seynes. — Note sur le Penicillum bieolor. (Ann. Se. nat. t. XIV. C. R. Ac. des Se. Bull. Soe. bot., t. XV.)

1871. Burdon-Sanderson. — Origine et distribution des mierozymas dans l'eau et dans les tissus et liquides de l'organisme. *In* Journ. of microsc. Seience, Oet.

— Jeannel. — Diet. de méd. et de ehirurg. pratiques. Paris, t. XIV, artiele Ferment.

— Oertel. — Recherehes exp. sur la diphthérie. *In* Deuts. Areh. f. Klin. Medizin.

— Orth. — Présence du *Microsporon septicum* dans les fièvres.

— Ch. Robin. — Du mieroseope et des injeetions. Paris.

— Stiles. — Report of Metr. Board of Health of New-York. *In* Brit. and For. Med. Chirurg. Rev. Avril.

— Tiegel. — Corresp.-Blatt. for chirurg. Aertze.

— Tiegel. — Diseussion sur l'infeetion purulente. Ac. med. Mars, Oetobre.

— Tiegel. — Propriétés du *Microsporon septicum*. *In* Diss. Berne.

— Waldeyer. — Berieht der medizin Seet. der Sehles. Gesell.

1872. Bollinger. — Sur la pathologie du sang de rate. Munich
Bollinger. — Medizinc Centralb. 29 juin.

— H. de Brehm. — Sur la mycose septique. *In* Diss. inaug. Dorpat. 1872.

— Cavafy.—On the effeet produced on the capillary circulation by the injection of putrid fluid into the lymphatie system ma fohibia. (S. Georges'Hospital Reports, VII, 1872-1875, p. 17.)

— Cohn. — Untersuch. über Bakterien. *In* Beiträge zur Biologie der Pflanzen, Bd. I, Heft 2, p. 127.

— Engel. — Les ferments alcooliques. Thèse Fac. des Sc. de Paris, n° 336.

— Klebs. — Sur l'anatomie path. des blessures par armes de guerre. Leipzig.

— Pasteur. — Note sur la product. de l'alcool des fruits. C. R. Ac. des Sc.

— Pasteur. — Faits nouveaux pour servir à la connaissance de la théorie des fermentations proprement dites. C R. Ac. des Sc., t. LXV.

— Popoff.—Aetion de la levûre de bière et d'autres organismes mieroseopiques sur les animaux. *In* Berlin. Med. Wochenseh.

— Rawitsch. — Sur la question de l'infection putride et ses rapports avec l'anthrax malin. Berlin.

— J. Schrœter. — Ueber einige durch Bacterien gebildete Pigmente. *In* Beiträge zur Biologie der Pflanzen, t. II, 2° Hft. p. 109-125.

— Senator. — Sur la diphtérie. *In* Archiv. f. path. Anat. u. Phys. t., LVI.

— De Seynes. — Sur les transformations des Bactéries et des Mucédinées en Levûres alcooliques. C. R. A. Sc. Janv.

— Stendener. — Organismes végétaux producteurs des maladies. *In* Wolkmanns sämmt. Klin. Vortr.

— Zahn. — Sur l'inflammation et la production des abcès. *In* Diss. inaug.

1873.— Bastian. — Proc. Royal Soc.

—Béhier et Liouville. — Expériences sur la septicémie, in Gaz. Med.

— Birsch Hirschfeld. — Bactéries dans le sang des pyémiques. *In* Centralbl.

— Birsch-Hirschfeld.— Recherches sur la pyémie. *In* Archiv de Heilkunde.

1873. Bouley. — Communication sur la septicémie. *In* Bull. Acad. méd., Janvier.

— Chauveau. — Phénomènes de mortification sur l'animal vivant. *In* C. R. Ac. des Sc.

— Clémenti. — Recherches expér. sur la présence des Bactéries dans le sang des lapins septicémiques. *In* Centralblatt.

— Colin. — Nouvelles recherches sur l'aetion des maladies putrides et sur la septicémie. *In* Bull. de l'Ac. de Méd.

— Davaine. — Action de la chaleur sur le virus charbonneux. C. R. Ac. Sc., Septembre.

— Davaine. — Action des substances antiseptiques sur le virus charbonneux. C. R. Ac. Sc., Octobre.

— Dolchenskow. — Inoculation de substances putrides dans la cornée des lapins. *In* Centralb.

— J. Duval. — Mém. sur la mutabilité des germes microscopiques et la question des ferment. Journal d'An. et Phys. de Ch. Robin, t. IX.

— Eberth. — Les proecssus diphthéritiques. *In* Centralblatt.

— Eberth. — Mycose des plaies chez les grenouilles et ses conséquences. *In* Centralb.

— Engel. — Sur le *Spirillum* d'Obermeier. *In* Klin. Wochensch.

— Carl Finck. — Sur la pyémie et la septieémie. *In* Bayer. ärztl. Intel.

— Heiberg. — Les processus puerpéraux et pyémiques, in-8, Vogel, Leipzig.

— Klebs. — Contribution à l'étude du *Micrococcus*. Archiv für exper. Pathol. Vol. I.

— Kussner. — Sur la question des Bactéries. *In* Centralblatt.

— Laborde. — Recherches sur la septicémie expérimentale. *In* Soc. de Biol.

— Litten. — L'épidémie de fièvre réeurrente à Breslau en 1872 et 1873.

— Luginbuhl. — Le *Micrococcus* de la variole. *In* Verhandl. d. physik med. Gesell. *In* Würzburg, t. IV.

— Lukomski. — Recherches sur l'érysipèle. *In* Arch. f. path. und phys., t. LX.

— Obermeïer. — Filament très-fin et mobile dans le sang d'un malade atteint de fièvre récurrente. *In* Centralblatt.

— Onimus. — Sur l'infection putride. *In* Ac. de méd., 11 Mars.

— Onimus. — Sur la septicémie. *In* Bull. Ac. de méd., 15 Avril et 9 septembre.

1873. ORTH. — Recherches sur la fièvre puerpuérale. *In* Archiv f. path. anat. und. phys..

— ORTH. — Recherches sur l'érysipèle. *In* Arch. f. exp. path. und pharmak., t. I.

— PLACE. — Influence des températures élevées sur la vitalité des Bactéries. *In* Maandbl. von Natuurwet.

RAY-LANKESTER. — On a Peach-coloured Bacterium (B. rubescens). *In* Quat. Journ. of microsc. Sciences, t. XIII.

— M. RAYNAUD. — Inoculabilité du sang dans un cas de pyohémie spontanée. *In* Gaz. heb. de méd. et chir.

— RAYNAUD. — De la nature de l'érysipèle. *In* Union médicale.

— RIESS. — Sur les *Micrococcus*. *In* Centralblatt.

— SAMUEL. — Action du processus de putréfaction sur l'organisme vivant. *In* Arch. f. exper. pathology und Pharm., t. I.

— TROISIER. — Etude du sang de l'érysipèle. *In* Bul. Soc. anat., t. VIII.

— VULPIAN. — Sur la septicémie. *In* Gaz. méd.

— WEIGERT. — Sur les Spirillum d'Obermeier. *In* Klin. Wochens.

— WEISSENBERG. — Fièvre récurrente chez les enfants. *In* Jahrb. f. Kinderheilk.

— WOLFF. Injection d'organismes microscopiques. *In* Centralbl.

1874. E. BALTUS. — Théorie du microzyma : De la naissance et du rôle du leucocyte du pus et de la Bactérie. Montpellier médical, octobre et novembre 1874, p. 334-431.

— BÉCHAMP. — Sur les microzymas de l'urine. Montpellier médical.)

— BÉCHAMP. — Discussion sur les urines ammoniacales. Bul. Ac. de méd., 20 Janvier.

— BENNET. — De la pyohémie. *In* Brit. Med. Journ.

— BILLROTH. — Untersuchungen über die Vegetationsformen von Coccobacteria septica..... Wien.

— OSCAR BREFELD. — Botanische Untersunch. über Schemmelpilze. Die Entwicklungtgeschichte von *Penicillum*. Leipzig.

— CUNNINGHAM. — Examen microscopique de l'air. Calcutta.

— DAVAINE. — Action des substances antiseptiques sur le virus de la septicémie. *In* Soc. de Biologie.

— DEMARQUAY. — Sur le pansement des plaies avec l'acide phénique suivant le procédé de Lister et sur le développement des vibrioniens dans les plaies. C. R. de l'Acad. sc., Août.

— DEMARQUAY. — La septicémie et la pyohémie. *In* Gaz. méd.

— DUMAS. — Sur la ferment. alcool. Ann. de Chim. et Phys., t. III.

1874. EBERTH. — Les bactéries de la sueur. *In* Arch. f. path. anat. u. phys., t. LXII.

— V. FELTZ. — Note sur la septicémie expérimentale. (C. R. Ac. sc., 30 nov. 1875).

— FELTZ et RITTER. — Etude sur l'ahalinite des urines et sur l'ammoniémie. *In* Journ. de l'anat. et physiol.

— FRANKEL et ORTH. — Deux faits de charbon chez l'homme. *In* Berlin. klin. Wochens.

— A. FRISCH. — Etudes expérimentales sur la propagation des organismes de la putréfaction dans les tissus et sur les phénomènes inflammatoires provoqués par l'inoculation du liquide contenant des ferments.

— FRISCH. — Etudes expér. sur la reprod. dans les tissus des organismes de la putréfaction. Erlangen.

— GOSSELIN et ROBIN. — Recherches sur l'urine ammoniacale. C. R. Ac. sc.

— GRIENFIELD. — Histologie de la diphthérie. *In* Brit. Med. Journal.

— GUBLER. — Fermentation ammoniacale de l'urine. *In* C. R. Ac. sc.

— HÆCKEL. — Histoire de la création. Paris.

— HENROT. — Théorie et traitement de certaines formes d'infection purulente et de septicémie. Reims.

— ARNOLD HILLER. — Der Antheil des Bacteries am Faülnissprocess im besondere der Harnfaülniss. (Centralblatt, 1874, n. 53 et 54.)

— HILLER. — Le processus d'inflammation dans l'érysipèle. *In* Berlin. klin. Wochensch.

— HILLER. — Bactéries et suppurations. *In* Centralblat f. Chirurgie.

— W.-A. HOLLIR. — What is a Bacterium? *In* The Lancet, p. 724.

— KEHRER. — Sur l'empoisonnement putride. *In* Arch. f. exper. Path.

— LALLIER. — Sur la fermentation ammoniacale de l'urine. C. R. Ac. sc.

— LANZI. — Sur l'origine et la nature des Bactéries. Rome.

— LETZERICH. — Réactions microscopiques du champignon de la diphthérie. *In* Berlin. klin. Wochensch.

— LETZERICH. — Diphthérie locale et générale. *In* Arch. f. path. Anat. u. Phys., t. LXI.

1874 MAYER. — Manuel de la Chimie des fermentations. Heidelberg.

— PANUM. — Les poisons putrides, les Baetéries, l'intoxication putrid e et la septicémie. *In* Arch. f. path. anat. u. phys. t. IX.

— PISSIN. — Histologie de la Vaecine. *In* Berl. klin. Wochens

— PONFICK. — Cellules anormales dans le sang de la fièvre récurrente. *In* Centralb.

— H. R. RANKE. — Die Bacterien vegetation unter dem Listerschen Verbande. *In* Centralb. f. Chirurgie, n° 13.

— RIEMSCHNEIDER. — Ueber den Einfluss der putriden Intoxication auf den Blutdruck. Dissert. inaug. Dorpat. *In* Centralbl. f. Chirurg., n° 39.

— H. SERVEL. — Sur la naissanee et l'évolution des Bactéries dans les tissus organiques mis à l'abri du contact de l'air. C. R. Acad. des Sciences.

— CARL STROPP. — Vaccination et microcoecus. Berlin.

— TIEGEL. De la *Coccobacteria septica* dans le corps sain des animaux vertébrés. *In* Arch. f. path. Anat. u. Phys., t. LX.

— THORESEN. — Erysipèle. *In* Nordiskt Mediciniskt Archiv., t. VI.

— MORITZ TRAUBE et GSCHLEIDEN. — Ueber Faülniss und den Widerstand der lebenden Organismen gegen dieseibe. *In* Berlin. Klin. Wochens, n° 37, 14 sept.

— AUG. VOGL (de Prague). — Rôle des organismes infér. dans les maladies infecticuses. *In* Areh. für Dermat.

— WAGNER. — Mycose intestinale et ses rapports avec le charbon. *In* Arch. der Heilkunde.

— WEIGERT. — Contributions à l'anat. path. de la Variole. Breslau.

— WEIGERT. — Lésions du foie, de la rate, etc. *In* Berlin. klin. Wochens, n° 44.

— WEIGERT. — Structure du bouton varioleux. *In* Berlin. klin. Wochens, n° 8.

— ZUELRER. — Ueber putride Intoxieation. *In* Berlin. klin. Wochens. 1864, n° 49.

1875. CHARLTON BASTIAN. — The Germ. theory of disease. *In* Brit. med. Journal.

— BÉCHAMP. — Sur les Microzymas et les Baetéries. *In* Montpellier médical.

— BERGMANN. — Le poison putride et l'intoxieation putride. T. I, Dorpat.

1875. Bergmann. — Sur la question de l'intoxication putride. *In* Deutsche Leitschr. f. Chir., t. I.

— Bouloumié. — Résultat des recherches et observations sur l'existence des micro-organismes dans les suppurations, leur influence sur la marche des plaies et les divers moyens à opposer à leur développement. *In* Mouv. médical

— J. Burdon Sanderson. — Lectures on the occurence of organic forms in connection with contagious and infective diseases. *In* British medical Journ.

— Chauveau. — De l'agent pyohémique. Assoc. franç. Congrès de Nantes.

— Ferd. Cohn. — Untersuch. über Bakterien *in* Beitræge zur Biologie der Pflanzen. Bd. I, Heft 3, p. 141.

— Dahler (J. P.) — Sur la cause chimique de la transformation de l'amidon en sucre, du sucre en alcool, de l'alcool en acide acétique et carbonîque sous l'influence des organismes inférieurs. *In* Arch. f. Anat. und Phys. f. Pflüger.

— Demarquay. — Recherches expérimentales sur l'influence de certaines substances sur le développement des Vibrions. *In* Union médicale.

— Drysdale. — On the existence of *flagella* in *Bacterium termo*. *In* Monthly microspical Journal.

— Eidam. — Unters. über Bakterien. Die Einwirkung verschiedener Temperaturen und des Eintrockenens auf die Entwicklung von *Bakterium Termo* Duj. *In* Beit. z. Biol. d. Pflanzen, Bd. I, Heft 3, p. 208.

— V. Feltz. — Rech. expériment. sur le principe toxique du sang putréfié. *In* C. R. Ac. Sc., 1er mars.

— Gayon (U). — Altération spontanée des œufs (Thèse Fac. des sc.) Paris, n° 362.

— Hiller. — Ueber diagnostische Mittel und Methoden zur Erkennung von Bakterien. *In* Arch. für path. Anat. und Phys., t. LXII.

— Hiller. — Contribution à l'étude de la nature des contages et de la putréfaction. *In* Archiv. f. Klin. Chirurgie.

— Jacobs. — Granulations et molécules punctiformes de la vaccine. I*n* Presse Méd., XXVII.

— Léopold Landau. — Zur Ætiologie der Wundkrankheiten, nebst Versuchen uber die Beziehungen der Faülniss-Bacterien zu desselben. I*n* Archiv., f. Klin. Chirurgie, XVII, 4° fasc., p. 527.

1875. MEYBURG. — Du sang de rate. Diss. inaug. Bonn.

— W. MOXON et J.-F. GOODHART. — Observations on the presence of Bacteria in the Blood and inflammatory Products of septic Feber and on cultivation of Septicemia. *In* Guy's Hospital Reports, 1875, 3e série, t. XX, p. 229.

— NEPVEU. — Cataplasme bactérifère. De la présence des Bactéries dans les urines d'un malade qui n'a jamais été sondé. *In* Soc. biol.

— NEPVEU. — Comm. à la Soc. de biol. de 1870 à 1875 — Rôle des organismes inf. dans les lésions chirurg. *In* Gaz. méd.

— J. NUESCH. — Die necrobiose in morphologischer Beziehung betrachtet. Schaffouse.

— RICHARDSON. — Some new researches on the cause and origine of fever from the action of the septicous poisons. *In* Brit. med. Journal, 1875.

— ROBIN. Sur la nature des fermentations en tant que phénomènes nutritifs, désassimilation des plantes. *In* Journ. de l'Anat. et phys.

— SIEDAMGROTZKY. — Des Bactéries du sang de rate. *In* Deutsch. Ztschrift für Thierm. und vergl. Path., 1875, T. I.

— SCHUTZENBERGER. — Les fermentations. Paris.

— Thomas E. SALTERTHWAITE. — Nature de la Bactérie et de ses rapports avec la maladie. *In* New-York. med. Record.

1876. COHN. — Unters. über Bacterien. *In* Beit. zur Biol. der Pflanzen, Bd. II, Heft 2, p. 249.

— FICHTER. — Des champignons envisagés comme causes de maladies infecticuses, *in* Soc. méd. de Bâle, séance du 5 oct., *in* Corresp. — Blat für schweiz. Aertze, n° 21.

— FREMY. — Génération des ferments.

— A. GUILLAUD. — Les ferments figurés. Thèse de concours. Paris.

— L. HEIDENREICH. — Ueber die Schraubenbacterie des Rüchfallstyphus. *In*. Petersb. med. Wochensch. 1876.

— G. HUFNER. — Ueber eine neue einfache Versuchforme zur Entscheidung der Frage, ob sich niedere Organismen bei Alwesenheit von gasformingen Sauerstoffe entwickeln können. *In* Journal für praktische chemie. Bd. XII.

— JOLY. — Études sur sur l'épizootie encore régnante chez les vers à soie du mûrier. Etat actuel de la question. (Extr. du Journ. d'agric. prat. et d'écon. rur. pour le Midi de la France, mai et juin 1876.)

— KOCH. — Die Ætiologie der Milzbrand-Krankheit. begründet,

auf die Entwick. des *Bacillus Anthracis*. *In* Beiträge zur Biologie der Pflanzen de Cohn. Bd. 2. Heft 2. p. 277.

1875 Maclagan. — La théorie du germe appliquée à l'explication phénomènes des maladies (The specif. fevers).

— Martin.— Recherches sur la structure et le développement des Bactériens et Vibrioniens. *In* Soc. biol.

— Musculus. — Examen du mucus coagulé par l'alcool fort et desséché. *In* Jour. de Ch. et Pharm.

— Pasteur. — Étude sur la bière.

— Ponfick. — Études anatomiques sur le typhus recurrent. *In* Archiv. f. path. Anat. und Phys., t. LX.

— C. F. Salomonsen. *In* Bot. Zeit., n° 39.

— J. Tyndall. — La putréfaction et la contagion dans leurs rapports avec l'état optique de l'atmosphère. *In* Revue scient.

— Eug. Warming. — Om nogle ved Danmarks Kyster lavende Bakterier. Copenhague.

— Waldeyer. — Sur les phénomènes de développement des organismes animaux. *In* Berlin. Klin. Wochens., n° 50.

— Charlton Bastian. — Sur les conditions qui favorisent la fermentation et l'apparition des Bacilli, Microccoci, Torulæ dans les liquides préalablement bouillis. *In* Journal of the Linn. Societ. Zool. XIV.

— Paul Bert. — Expériences sur la Bactéridie. *In* Soc. de Biologie.

— Bouchardat. — Virus nosocomial, pansement ouaté; pansement de Lister. *In* Bull. gén. thérap., t. LXLII, p. 433.

— Boulay. — Cas présumé de spontanéité de fièvre aphteuse chez une vache. (Recueil de médec. vétér., p. 349.

— Bouley. — La question du charbon. *In* Recueil de médec. vétér.

— Bouley. Du charbon. *In* Rec. de méd. vétér.

— Burdon Sanderson. — Germes de l'air, à la Société royale de Londres.

— B. Sanderson. — Nouvelle expérience sur l'efficacité que possède la filtration à travers des cylindres d'argile pour anéantir le virus des liquides putrides. *In* Wiener medizinische Jahrbücher, heft III.

1877. — Chénier. Sur la genèse des maladies virulentes et de la morve en particulier. *In* Rec. de médecine vétér.

— Darreau. — Cas présumé de spontanéité de maladie charboneuse. *In* Rec. de méd. vétér.

1877. DAVAINE.—Observations relatives aux expériences de M. Paul Bert, sur la maladie charbonneuse. *In* Rec. de méd. vétér.

— DELAMOTTE. — Spontanéité de la morve et du farcin c'est-à-dire développement de la maladie sans le concours d'un autre malade. *In* Recueil de médecine vétérin.

— DUCLAUX. — Production d'acides gras pendant la ferment. alcool. *In* Ann. de l'Ecole normale, t. II.

— FERRAND. — Le rôle de la Bactéridie dans le Charbon. *In* France médicale, p. 666.

— GERBER et BIRSCH-HIRSCHFELD.—Ueber einen Fall von Endocarditis ulcerosa und das Vorkommen von Bakterien in dieses Krankheit. *In* Arch. der Heilk., t. XVII, p. 208.

— PAUL GRAWITZ. — Beiträge zur systematischen Botanick der Pflanzichen Parasiten mit experimentellen Untersuchungen über die durch sie bedingten Krankheiten. *In* Virchow's Archiv für pathologische Anatomie.

— KLEBS.— Note sur le charbon. (Analyse dans Rec. méd. véter., n° du 15 novembre.)

— KOCH. — Verfahren zur Untersuchung zum conserviren und photographiren der Bacterien. *In* Beiträge zur Biologie der Planzen von Cohn, t. II.

— KOCH. — Recherches sur le charbon. *In* Berliner Wochenschrift, n°s 18 et 19.

— De LANESSAN. — Art. Bactériens. *In* Dict. de Baillon.

— L. LEMAITRE. — Mémoire sur le typhus contagieux. *In* Recueil de méd. vétér. 1877.

— LÉTIÉVANT. — Du pansement de Lister. *In* Association française pour l'avancement des sciences. VIe sess. au Havre.

— LISTER. — De la fermentation lactique et de ses rapports avec la pathologie. *In* path. Soc., 18 déc. 1877 ; et méd. Times and Gaz., 22 déc. 1873.

— LIVON. — Injection de Bactéridies dans le sang, sans aucun phénomène d'intoxication. *In* Soc. biolog.

— MIQUEL. — Recherches sur les Bactéries aériennes faites à l'observatoire de Montsouris. *In* Société française d'hygiène.

— MOUCHOT. — Charbon sporadique. *In* Rec. de méd. vétér.

— NÆGELI. — Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infectionskrankheiten und der Gesundheitspflege. München.

— PASTEUR et JOUBERT. — Sur les germes des Bactéries en suspension dans l'atmosphère et dans les eaux. *In* Ac. des sc.

1877. Schlœsing. — Nitrification par les ferments organisés. *In* C. R. Ac. Sc., 1877, nº 22.

— Th. Schlœsing et A. Muntz. — Nitrification par les ferments organisés. *In* Journal de Chimie et Pharmacie, mai 1877, t. XXV.

— E. Semmer (Dorpat). Zur Genesis der septischen Blutzersetzungen (nach einem Referat in der Allgem. med. Central. Zeitung, nº 54 et 57).

— Tyndall. — La fermentation et les phénomènes morbides (Conf. scientif. de Glascow). *In* Rev. scientifique, 17 février, t. VI.

— Van Tieghem. — Sur le *Bacillus amylobacter* et son rôle dans la putréfaction des tissus végétaux. *In* Bull. Soc. bot. Fr., XXIV.

1878. Paul Bert. — Anaérobies. Acad. des sciences, séance 25 fév.

— Arm. Gautier. — Sur une maladie non encore décrite des vins du midi de la France dits vins tournés. *In* C. R. A. S., t. LXXXVI, nº 21.

— C. Grossmann et Mayerhauser. — Sur la vie des Bactéries dans les gaz. Arch für gesammte Physiologie von Pflüger, t. XV, p. 245.

— Miquel. — Etudes de microscopie atmosphérique. Acad. des sciences, 24 juin.

— P. Miquel. — Des poussières organisées tenues en suspension dans l'atmosphère. *In* C. R. Ac. sc., nº 25, t. LXXXVI, 24 juin.

— G. Nepveu. — Des bactériens et de leur rôle pathogénique. *In* Revue des sciences médicales de Hayem, t. XI.

— Pasteur, Joubert et Chamberland. — La théorie des germes et ses applications à la médecine et à la chirurgie. *In* C. R., t. LXXXVI, nº 17.

— Th. Schlœsing et A. Hunter. — Recherches sur la nitrification par les ferments organisés. *In* C. R. Ac. sc., 8 avril, t. XXXVI, nº 14.

— Toussaint. — Ferment et diastase. *In* C. R., t. LXXXVI.

— Toussaint. — Théorie de l'action des Bactéridies dans le charbon. C. R. Ac. des Sc., t. LXXXVI, nº 15, 25 avril.

— Toussaint. Du Charbon chez le cheval et le chien; Action phlogogène du sang charbonneux. *In* C. R. Ac. des Sc., 1er avril, t. LXXXVI.

Paris. — A. Parent, imprimeur de la Faculté de Médecine, rue M.-le-Prince, 29-31.